

LA CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO TECNOLÓGICO COMO PROBLEMA FILOSÓFICO

Por publicarse en antología compilada por Carlos Lopez y Ambrosio Velasco

Sergio F. Martínez
Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM

La regulación del riesgo generado por el desarrollo tecnológico es uno de los temas centrales en los estudios sobre la ciencia y tecnología. Una tarea importante es el desarrollo de una clasificación significativa en la práctica que nos permita clasificar los riesgos y en base de esa clasificación sugerir maneras de tratarlo. La palabra riesgo se utiliza de maneras muy diferentes. Por un lado se refiere a una decisión que se toma bajo el supuesto que las probabilidades involucradas son conocidas, y por otro en el sentido de un suceso (no deseable) contingente, i.e. que puede o no ocurrir, y cuya ocurrencia es modelable por medio de probabilidades que se puede asumir son conocidas. El riesgo puede entenderse como un recurso disponible para la toma de decisiones y es la manera como se usa generalmente en modelos de decisión en situaciones de riesgo. Es el sentido en el que se utiliza en análisis de riesgos tecnológicos basados en el modelo formal de "utilidad objetiva esperada". En este trabajo voy a usar la palabra riesgo con cierta ambigüedad alrededor de esas tres acepciones que para mis propósitos no son excluyentes.

En la medida que lo contingente **no** es modelable por medio de un modelo de probabilidades conocidas entonces se habla de incertidumbre. Cuando consideramos que la incertidumbre proviene más bien de rasgos objetivos de la estructura o proceso causal en cuestión, más que ser un rasgo de nuestro conocimiento de las propiedades de la estructura o sistema, entonces se habla de indeterminación. Incorporar el concepto de indeterminación en la discusión es importante porque nos lleva a considerar posibilidades que el concepto más tradicional de incertidumbre como falta de información no permite considerar. La administración de la indeterminación es pues un problema importante y difícil. Si se acepta que alguno de los procesos involucrados en el vertido de desechos industriales es indeterminado entonces ya no es claro que ese vertido pueda analizarse por medio de modelos basados en una utilidad objetiva esperada, por ejemplo. Nótese que en la medida que aspectos contingentes de una situación juegan un papel en la caracterización de un sistema de causa-efecto el concepto de indeterminación va a jugar un papel cada vez más importante en la caracterización de la incertidumbre asociada al (comportamiento del) sistema.

El objetivo central de esta plática es hacer ver algunas de las implicaciones importantes de planteamientos contemporáneos en filosofía de la ciencia a la discusión sobre riesgo e incertidumbre. Muchas veces se habla como si el hecho que por definición la incertidumbre no es cuantificable en probabilidades definidas la deja fuera del ámbito de discusión moral o política. Es usual asociar el concepto de riesgo con el de responsabilidad, pero el de incertidumbre no. Esto parece provenir del supuesto de que, siendo no cuantificable, la incertidumbre no puede sujetarse a cánones de inferencia

racional. Como veremos, los intentos por caracterizar una noción de explicación causal que no proviene de leyes universales requiere confrontar el problema de conceptualizar lo contingente, muchas veces de manera cualitativa, como parte de una explicación. Es pues claro que esta discusión en la filosofía de la ciencia es pertinente a la discusión acerca de la relación entre indeterminación y evaluación de riesgo. Otra discusión pertinente es una discusión que tiene lugar en la filosofía de la biología (sobre todo pero no exclusivamente) acerca de la importancia de hablar de explicaciones causales en donde no es posible hacer una distinción clara entre lo que está “adentro” y lo que está “afuera” del sistema. Esto plantea un tipo de indeterminación sistémica similar al tipo de indeterminación que tienen que confrontar muchas veces evaluadores del riesgo. No voy a tratar de hacer una conexión directa de estos planteamientos al tema que nos interesa, ni mucho menos voy a empezar por defenderlos. Esto requeriría mucha elaboración. Lo que voy a hacer es mostrar cómo las maneras en las que algunos de estos enfoques filosóficos incorporan la tecnología como parte integral de la realidad sobre la que habla la ciencia tiene consecuencias importantes para la discusión sobre las maneras en las que se puede conceptualizar la indeterminación o incertidumbre objetiva que preocupa en relación con la evaluación del desarrollo tecnológico.

Durante buena parte del siglo XX la mayoría de los filósofos hubieran estado de acuerdo en que había algo que podía llamarse de manera relativamente no controversial “filosofía de la ciencia” y otra área que era la “filosofía de la tecnología”. La filosofía de la ciencia estudiaba la estructura y dinámica de las teorías científicas, la naturaleza de sus explicaciones y métodos, mientras que la filosofía de la tecnología estudiaba los problemas filosóficos, por ejemplo conflicto de valores, que generaban las aplicaciones de la ciencia como parte del desarrollo de la sociedad. Esta manera de ver las cosas es problemática por varias razones que hoy día son bastante conocidas. En primer lugar la tecnología no es simplemente ciencia aplicada, y en segundo lugar la idea de que la ciencia es esencialmente una estructura de teorías es rechazada por una buena parte de los filósofos de la ciencia contemporáneos.

Recientemente se publicó una muy buena antología en filosofía de la tecnología compilada por Scharff y Dusek¹. En la introducción general los compiladores consideran que una antología como esa es importante porque las antologías existentes no incluyen fuentes clásicas (como Aristóteles, Bacon, y Marx) pero además, porque las selecciones usuales son pobres en textos filosóficos que tiende a dejar la impresión que la filosofía de la tecnología es sobre todo una discusión sobre conjuntos de valores en competencia que utilizan las diferentes tecnologías como medios instrumentales. Otro problema que Scharff y Dusek encuentran con las antologías tradicionales es la falta de reconocimiento de la importancia que tiene la relación entre la tecnología y la ciencia, y mas de fondo, la importancia de supuestos acerca de lo que es la ciencia en una reflexión respecto a la relación entre ciencia y tecnología. Ellos consideran que la antología que han compilado tiene la virtud de poder apoyar cursos en los cuales cuestiones históricas, epistemológicas y metafísicas pueden discutirse a la par de cuestiones éticas y políticas.

¹ Philosophy of Technology, The Technological Condition, comps. Robert C. Scharff, Val Dusek, Blackwell 2003.

La idea es clara y convincente. Pero un examen de los textos por ellos escogidos deja ver claramente que la filosofía que traen a colación es bastante parcial y limitada. Sin lugar a dudas los trabajos son clásicos, incluye trabajos de Carnap, Hempel, Toulmin, Latour, y otros. Sin embargo, no incluye el tipo de textos de filosofía contemporánea de la ciencia que por lo menos implícitamente, promueven una filosofía de la tecnología muy diferente. Pienso en autores como Nancy Cartwright o Ian Hacking. Autores que sugieren una cierta manera de entender la relación entre ciencia y tecnología que tiene profundas implicaciones para la manera de plantear varios problemas filosóficos que genera el desarrollo de nuevas tecnologías. Otra omisión importante es que en toda la antología no haya un sólo artículo o mención siquiera de las discusiones respecto a la administración de la incertidumbre y el riesgo que plantean de manera particularmente aguda muchas tecnologías contemporáneas. Ellos pueden argüir que esto es así porque el tipo de discusiones que generan los conceptos de riesgo e incertidumbre, así como problemas sobre la evaluación y atribución de riesgo son estrictamente hablando meramente empíricos. De hecho, la discusión sobre el riesgo y la incertidumbre tiende a examinarse como un problema empírico, y se examina en revistas como Journal of Risk, o Risk Análisis, pero no en revistas de filosofía de la tecnología. Mi primer punto es que esta división del trabajo delata supuestos problemáticos respecto a la naturaleza de la ciencia y la tecnología, y en particular respecto a la localización del tipo de normas que pueden ser de interés filosófico. Una vez que estos supuestos se cuestionan el problema de la conceptualización del riesgo y la incertidumbre aparece en el centro de interés de una filosofía de la tecnología. La discusión sobre el riesgo se distingue por involucrar toda una serie de cuestiones normativas que tienen tanto una dimensión moral, como económica, cultural y epistémica. Desde esta perspectiva las distinciones tradicionales entre lo que es la ciencia y lo que es la tecnología simplemente no se aplican.

Muchos estudios sobre la tecnología contemporáneos parten del rechazo tajante de esta visión estrecha de la ciencia y la tecnología que se asocia con lo que hemos llamado “la filosofía de la tecnología tradicional”. Estos estudios muchas veces parten de una crítica a la concepción positivista de ciencia y conocimiento simplistas que subyacen a esos enfoques tradicionales. No es sorprendente que por lo general terminan concluyendo que la filosofía puede aportar poco o nada al estudio de la tecnología y tratan de mostrar como el conocimiento científico en última instancia puede siempre entenderse en términos de categorías empíricas. Entre los sociólogos de la ciencia la búsqueda de consenso es una de esas categorías que se piensa muestran la dispensabilidad de la filosofía de la ciencia y la tecnología.

Bruno Latour, por ejemplo, uno de los críticos mas articulados de la visión tradicional de la ciencia y la tecnología, sigue asumiendo que la filosofía de la ciencia se basa en una “filosofía del conocimiento” que presupone una dualidad entre un estructura de conocimiento articulada en término de proposiciones o enunciados, por un lado, y un mundo al que se refieren esos enunciados, por el otro (Latour 2004, p. 83)³. Latour considera que el abandono de esta concepción de conocimiento nos lleva a reconocer que mas que filosofía de la ciencia es necesario hacer una filosofía política del conocimiento, y que eso requiere rechazar el dualismo anterior entre lenguaje y mundo. El rechazo de

³ Politics of Nature, Bruno Latour: traducción al inglés de Catherine Porter, Harvard U.P. 2004.

esta dicotomía permitiría, según Latour, **evitar que la filosofía de la ciencia haga la mitad del trabajo de la filosofía política por debajo**. El tipo de filosofía política que el considera debe de promoverse, lo que el llama “*ecología política*”, parte del supuesto de que no hay un mundo y varios lenguajes, ni una naturaleza y varias culturas, sino mas bien asociaciones de humanos y no humanos que insisten en formar parte de un colectivo. Independientemente de la viabilidad como tesis filosófica de esta idea, y del éxito que tenga un proyecto como este para modelar la actividad científico-tecnológica, lo que me interesa es recalcar el supuesto implícito en Latour respecto a la importancia que tiene en la filosofía de la ciencia el entender el conocimiento como una estructura de enunciados respecto a los cuales caracterizamos y atribuimos valores epistémicos.

Este tipo de supuesto respecto a lo que es la filosofía de la ciencia es muy común en los estudios empíricos sobre la ciencia. Steve Fuller, por ejemplo, critica a Kuhn por haber contribuido a “aliviar las ansiedades de académicos alienados y hacedores de políticas científicas conservadores en tanto que promueve la idea que la mejor manera de avanzar el conocimiento es que cada quien se concentre en resolver los acertijos propios de su profesión” (Fuller 2000, p.7)⁴. El piensa que es necesario recobrar ese “espacio perdido” que corresponde a la discusión pública de los fines generales de la ciencia. Lo que Fuller llama “epistemología social” estaría precisamente dedicada a recobrar ese espacio perdido. Esta sería la manera de darle a las ciencias sociales un lugar importante en la tarea de construir el ámbito normativo de la investigación científica. Es indudable que hay algo muy importante en lo que dice Fuller. La visión de Kuhn, o por lo menos lo que Fuller toma como visión de Kuhn, es profundamente conservadora y promueve la idea de que a la ciencia se le aplica el dicho de “zapatero a tu zapato”.⁵

Si como estamos de acuerdo con Fuller el progreso social no puede entenderse como una mera agregación del progreso de las diferentes tradiciones de “resolución de acertijos” asociada con las diferentes profesiones científicas, Fuller tiene razón en que algo muy importante tiene que recobrase. En esto podemos estar de acuerdo, pero esto no quiere decir que recobrar este espacio público de discusión sobre la ciencia requiera orientar una discusión sobre la ciencia y la tecnología a una discusión de sus fines generales. Esto presupone una cierta manera de entender lo que es conocimiento que es la que Fuller desarrolla en varios de sus libros. La idea de Fuller de conocimiento, a pesar de ser una noción que toma muy en cuenta su aspecto económico y su estructura social, deja de lado la importancia que tiene la incertidumbre en entender el desarrollo económico, institucional, científico-tecnológico.. Es indicativo que en su libro sobre la administración de la ciencia (Fuller 2002)⁶, Fuller no mencione para nada el tema de la incertidumbre. No pretendo convertir estas observaciones en una crítica a Fuller, aunque

⁴ Steve Fuller: Thomas Kuhn, The University of Chicago Press, 2000.

⁵ No está de mas recordar la tesis de Kuhn de que la historia de la ciencia no es un tema que deba de ser enseñada a los estudiantes de ciencia. Algo que según Kuhn sólo puede perturbar el proceso de inmersión en un paradigma que es indispensable para poder hacer ciencia. Si pensamos que la enseñanza de la historia de la ciencia es una muy buena manera de mostrar cambios en valores científicos que de otra manera se tornan invisibles para los estudiantes y posteriormente los profesionales, así como de mostrar la importancia de ambientes normativos en proyectos científicos, queda claro que la tesis de Kuhn asume que es posible articular los valores científicos con independencia de un contexto histórico y cultural (aunque sea famosa su idea de cómo van transformándose esos valores distintivos de la ciencia a través de la historia de la ciencia).

⁶ Steve Fuller: Knowledge Management Foundations, Butterworth Heinemann, Boston, 2002.

creo que pueden desarrollarse en esa dirección. Sólo lo menciono para que quede claro que la manera como Fuller integra el estudio de las normas epistémicas en las ciencias sociales deja de lado muchas cosas que son importantes desde el punto de vista de la epistemología, la filosofía de la ciencia y las ciencias sociales. Cuestiones que son particularmente importantes para poder hacer una crítica filosófica a propuestas usuales acerca de cómo administrar la incertidumbre y modelar los riesgos.

En la medida que se presta atención a la actividad científica como el punto de partida de una filosofía de la ciencia la idea de una ciencia unificada por obra y magia de una estructura epistemológica que podemos caracterizar a priori, en términos de estructura, lógica, matemática o lingüística se vuelve mas problemática y menos convincente. Si partimos de un estudio de la actividad científica y técnica la epistemología tiene que seguir los contornos de las prácticas, y esto lleva de manera directa a un replanteamiento de la relación entre ciencia y tecnología. Hay diferentes maneras de llevar a cabo ese replanteamiento. Dependiendo de nuestros objetivos, va a requerirse un tipo de análisis diferente. Incluso desde un punto de vista epistemológico es posible decir que hay o que no hay una distinción significativa entre ciencia y tecnología. Esto va a depender del grano y de los objetivos de nuestro análisis. Desde el punto de vista del tipo de instituciones que constituyen podemos hacer una distinción (válida en ciertos períodos históricos y lugares) que puede ser útil para ciertos objetivos, pero desde el punto de vista de las normas epistémicas que genera la actividad científico-tecnológica creo que es contraproducente tratar de distinguir lo “científico” de lo “tecnológico”.

En la filosofía de la ciencia contemporánea hay varias propuestas que promueven una relación muy diferente a la tradicional entre conocimiento científico y tecnología. La filosofía de la ciencia de Ian Hacking es un buen ejemplo. Hacking parte de promover la idea que hay diferentes tipos de conocimiento en la ciencia: “In nature there is just complexity, which we are remarkably able to analyze. We do so by distinguishing, in the mind, different laws. We also do so, by *presenting*, in the laboratory, pure, isolated phenomena”. (1983, P.226)⁷ Es pues claro que un fenómeno es una representación de estructuras contingentes con capacidad de sustentar explicaciones. Elaboremos. Un fenómeno para Hacking no es una regularidad de la experiencia que descubrimos o inferimos de teorías. Un fenómeno es un suceso capaz de generar patrones causales que se consideran interesantes en el sentido de que tienen poder explicativo y/o predictivo. Un fenómeno no es algo que se descubre en la naturaleza, sino que **se produce en un laboratorio**. Hacking sugiere que la producción de fenómenos en laboratorios es un tipo de conocimiento diferente del tipo de conocimiento que obtenemos a través de la explicación por leyes. Es el tipo de conocimiento que se produce en las tradiciones experimentales. Un fenómeno nos permite explicar un proceso sin necesidad de sustentar la explicación (exclusivamente) en regularidades de la experiencia.⁸ Para Hacking la creación de fenómenos es una de las tareas distintivas de las tradiciones experimentales. Los fenómenos marcan los límites de las teorías, en el sentido que los modelos de las teorías no pueden explicar más allá de los fenómenos. Los fenómenos son

⁷ Ian Hacking, *Representing and Intervening*, Cambridge U.P. 1983

⁸ Hacking 1983 p.221: A phenomenon is commonly an event or process or a certain type that occurs regularly under definite circumstances. The word can also denote a unique event that we single out as particularly important. When we know the regularity exhibited in a phenomenon we express it in a law-like generalization. The very fact of such regularity is sometimes called the phenomenon. (énfasis de S. M.).

públicos, regulares, dignos de atención, y muchas veces se caracterizan como leyes, pero a veces no. Un *efecto* en la física es un ejemplo paradigmático de fenómeno. Los efectos, como muchas veces sucede con los fenómenos en general, no existen fuera de cierto tipo de aparatos.

El concepto de fenómeno puede generalizarse. Una red de distribución eléctrica o un sistema de producción de energía atómica pueden verse como fenómenos. En este sentido un fenómeno ya no es algo que tiene lugar en un aparato sino en un sistema tecnológico.⁹ Un sistema tecnológico involucra, además de partes materiales-tecnológicas, normas, estándares, valores, fines, aparatos, técnicas y muchos otros recursos que son parte de todo un sistema de recursos dentro de los cuales se genera y mantiene la estabilidad que permite la creación y estabilización de fenómenos, y su (posible) uso en aplicaciones tecnológicas y en la sustentación de procesos de producción de muchos otros tipos. El conocimiento que proviene de la producción de fenómenos está orientado por valores y *abierto* en el sentido que los aspectos contingentes del mundo que incluyen nuestros valores y expectativas entran a formar parte de lo que consideramos conocimiento. Nótese que con respecto al conocimiento científico que proviene de fenómenos la tecnología no es un resultado o una consecuencia de la ciencia. *La tecnología entra a formar parte de la ciencia desde el principio, es parte constitutiva de los sistemas tecnológicos en los cuales tiene lugar el tipo de procesos que llamamos fenómenos.* Entanto que el conocimiento de fenómenos no es un conocimiento que podemos representar como derivable de leyes (universales), su representación involucra esencialmente aspectos contingentes del mundo, que no pueden sino caracterizarse como indeterminaciones. Los fenómenos pueden o no ser predecibles, pero ciertamente tienen capacidad explicativa, son parte importante de los recursos que podemos utilizar para entender las circunstancias en las que tiene lugar la vida humana.

Otro ejemplo de cómo la tecnología juega un papel constitutivo en los fenómenos de los que habla la ciencia tiene que ver con la interpretación de la mecánica cuántica. El problema de la medición es muchas veces considerado como el problema filosófico más importante de la física. Muy a grandes rasgos el problema es el siguiente. De acuerdo a la teoría cuántica la evolución de los estados físicos en el tiempo la describe la ecuación de Schrodinger. Esta es una evolución determinista. El problema surge porque en cierto tipo de interacciones, interacciones que podemos interpretar como mediciones, la situación física parece obligarnos a asignar un estado diferente al que la ecuación de Schrodinger le asignaría. Esto es un problema muy serio para alguien que sostiene una cierta idea tradicional acerca de la manera en la que la que los modelos matemáticos nos ayudan a describir el mundo, y el sentido en el que podemos decir que una teoría nos da una descripción empíricamente adecuada, o verdadera, del mundo. El problema es fácil de ver si aceptamos los siguientes supuestos:

1. la mecánica cuántica nos genera modelos empíricamente adecuados que son en principio la descripción más detallada que podemos tener de los estados físicos a nivel elemental.

2. La ecuación de Schrodinger describe la evolución de esos estados físicos en el tiempo.

⁹ Esta idea la desarrollo en 3.3 de Geografía de las Prácticas Científicas, UNAM 2003, y en Filosofía de la Ciencia y la Tecnología, en co-autoría con Edna Suarez, en preparación.

3. Después de una medición, esto es, de una determinación (típicamente en un laboratorio) podemos decir en qué estado está el sistema que nos interesa determinar.

El problema resulta porque los estados que se transforman de acuerdo a la ecuación de Schrodinger son (por lo general) lo que se conocen como superposiciones, esto es, estados que son la suma vectorial de dos vectores, por ejemplo, $A + B$. Pero la medición nos dice que el estado final del sistema es B (por ejemplo). Nótese que el problema surge del supuesto de que la mecánica cuántica nos da la descripción mas detallada de lo que tiene lugar cuando un sistema pasa, en una interacción con otro sistema, de un estado a otro. Como Einstein fue el primero en argumentar con suma elegancia, parece que tenemos que concluir que o bien la mecánica cuántica no es completa (esto es que no es una descripción suficientemente detallada de la estructura causal) o bien hay algo profundamente equivocado en la manera en la que estamos entendiendo la aplicabilidad de la matemática en la física. En un sentido Einstein reconocía claramente que aceptar que la mecánica cuántica era completa y que la medición “reducía” (i.e. determinaba) el estado que asigna la ecuación de Schrodinger implicaría que “Dios juega a los dados”.

Hay muchas maneras de resolver el problema de la medición, y muchas maneras de decir que no hay tal problema. una manera de resolver el problema es diciendo que los sistemas físicos pueden ser matemáticamente representados de diferentes maneras, y que en algunos casos nos conviene representarlos como sistemas cuánticos y en otros como sistemas clásicos (véase por ejemplo Cartwright 1983)¹⁰. De aceptarse una idea como ésta, *la indeterminación es parte del mundo que describe la física*. Lo que por supuesto plantea el problema de cómo entender la manera en la que esa indeterminación se transforma en explicaciones, y prácticas, o en otras palabras, el problema es cómo esa indeterminación va a representarse y a formar parte de ámbitos normativos (predictivos y explicativos en particular). Lo que quiero hacer ver (siguiendo en buena medida ideas de Nancy Cartwright)¹¹ es que la admistración de ese tipo de incertidumbre (que proviene de indeterminaciones fundamentales) en explicaciones y prácticas requiere entender la manera como la tecnología nos va permitiendo hacer un mapa de la incertidumbre que nos sirve de guía para la toma de decisiones.

La manera usual de resolver el problema de la medición es agregarle a la teoría cuántica una regla que nos dice cómo se transforma matemáticamente en la medición un estado en otro, mas allá de lo que dice la ecuación de Schrodinger. Si como se sugiere arriba la aplicación universal de esta regla se niega entonces tenemos que decir que algunos tipos de sistemas, en algunos tipos de situaciones tienen estados representables como estados cuánticos y otros tienen estados representables por estados clásicos. Por supuesto, algo mas tiene que decirse respecto a cuando podemos confiar en un tipo de representación y cuando en otro. Y es aquí en donde la tecnología entra. *La tecnología va generando a lo largo de la historia de la física un mapa de aquellas situaciones, aplicaciones o sistemas tecnológicos, en los cuales un tipo u otro de representación es adecuado*. Es la tecnología la que muchas veces decide cuando una representación es

¹⁰ How the Laws of Physics Lie, Clarendon Press, Oxford, 1983

¹¹ En particular voy a seguir la propuesta que hace Cartwright en “Quantum Technology: Where to Look for the Quantum Measurement Problem”, en *Philosophy and Technology*, edited by Roger Fellows, Cambridge U.P. 1995.

adecuada y cuando otra. La indeterminación se torna manejable a través de la tecnología que la (re)presenta.

Ahora bien, si este tipo de solución se toma en serio, nótese que la tecnología entra en la base de nuestras representaciones del mundo, y entra como parte de una caracterización de aspectos contingentes del mundo. El conocimiento que tenemos de las propiedades de los procesos y sistemas que constituyen nuestro mundo proviene tanto de los modelos matemáticos que generan las diferentes teorías de la física como de las maneras en las que la tecnología va haciendo un mapa de cómo esos modelos pueden usarse para describir el mundo de manera confiable, en circunstancias que tenemos que aprender a identificar empíricamente. Creo que esta manera de ver las cosas es muy adecuada para describir en general la manera como la tecnología entra en la “construcción” del mundo, sin tener que comprometerse con el tipo de presupuestos metafísicos promovidos por Bruno Latour, o con el tipo de anti-naturalismo promovido por Fuller. Qué es el mundo para nosotros depende de cómo vamos integrando los modelos teóricos en el contexto de sistemas tecnológicos que nos permiten predicciones y explicaciones confiables. No hay un mapa del territorio previo al que nos van generando los sistemas tecnológicos. Esta manera de ver la relación entre ciencia básica y tecnología no sólo dejaría de lado de manera radical la idea de que la tecnología es ciencia aplicada, sino que además promovería la idea de que las predicciones científicas van a tener más pronto que tarde limitaciones, y que las interacciones de los diferentes procesos generados por el desarrollo tecnológico tienen que evaluarse sin la pretensión de poder disponer, ni siquiera en principio, de visión a largo plazo.

Vuelvo ahora a la discusión sobre riesgo e incertidumbre. Una de las discusiones más importantes respecto al riesgo tiene que ver con la diferencia entre aquellos que promueven una regulación basada en la ciencia (“science based regulation”) y aquellos que promueven un “principio de precaución”. El principio de precaución dice que no debemos esperar que haya prueba científica rigurosa para llevar a cabo acciones para detener o regular el desarrollo tecnológico que lleve consigo el riesgo de un serio daño al medio ambiente. Esto lleva por supuesto a discusiones muy difíciles sobre cuáles son los estándares de prueba que pueden y deben ser utilizados en condiciones de incertidumbre. Sin embargo, en tanto que no es posible separar la ciencia de la tecnología de la manera como asumen los que pretenden basar la regulación en la ciencia, la pretensión de sustentar regulaciones de la tecnología en la ciencia se vuelve problemática. De ser posible tener claridad sobre las maneras en las que la indeterminación puede representarse en explicaciones o predicciones científico-tecnológicas, podríamos avanzar respecto a la tarea de cómo clasificar diferentes tipos de incertidumbre como evidencia para tomar decisiones. Aquí quiero hacer una sugerencia en esta dirección. Pero previamente quiero hacer ver cómo presupuestos acerca de lo que es la ciencia y la tecnología tiene implicaciones para la manera de entender incertidumbre. Esto requiere que demos por lo menos algunos ejemplos de esos presupuestos y de cómo esos presupuestos entran en formulaciones del concepto de incertidumbre.

Una clasificación muy influyente de las diferentes estrategias posibles para el planteamiento de problemas y la toma de decisiones ha sido elaborado por Ravetz y Functowicz.¹² Ellos consideran que las decisiones pueden situarse respecto a dos ejes, “apuestas de decisión” y “niveles de incertidumbre”. Las apuestas de decisión refieren a los costes, beneficios y compromisos que están asociados con cada uno de los involucrados en la toma de una decisión. La incertidumbre puede ser técnica, metodológica y epistemológica. Esto resulta en zonas correspondientes a los tipos de estrategia que pueden resultar de una combinación de estos factores. Ellos llaman a estas zonas “ciencia aplicada”, “asesoramiento profesional” y “ciencia postnormal”. Estas zonas refieren pues a los diferentes tipos de ciencia que pueden ser utilizados en la toma de decisiones, y dependiendo de qué tipo de ciencia se use estamos utilizando un tipo diferente de estrategia para la solución de problemas. Para dar una idea de cómo se utiliza esta clasificación consideremos el caso en el que la incertidumbre es baja y las apuestas de decisión altas. En este caso el problema difícilmente puede resolverse por medio de las estrategias de resolución de problemas de la “ciencia aplicada”. En este caso ningún argumento de la “ciencia normal” puede ser concluyente, y la discusión va a trasladarse a cuestionamientos respecto a metodología y principios guías de la investigación, lo que nos lleva a decisiones en las que la ciencia entra en los argumentos como “ciencia postnormal”. *Nótese que la idea de fondo es utilizar una clasificación respecto a tres diferentes tipos de ciencia para clasificar las diferentes estrategias posibles que pueden llevarnos a la toma de decisiones.* Esto se combina con una cierta escala de incertidumbre que va de una incertidumbre baja que es cuantificable y manejable “científicamente”, hasta una incertidumbre alta en la que ya no es posible cuantificar la incertidumbre, lo que Functowicz y Ravetz asocian con “indeterminación”.

No me interesa ahondar en esta propuesta, pero quiero hacer notar que con lo poco que hemos dicho quedan claras dos maneras en las que supuestos acerca de lo que es la ciencia entran en la propuesta de estos autores para administrar la incertidumbre. En primer lugar se asume que hay una distinción entre “ciencia normal” y “ciencia postnormal”. En segundo lugar se asume que la incertidumbre puede caracterizarse por medio de una escala lineal que va del tipo de incertidumbre asociada con el concepto de riesgo cuantificable en teorías del riesgo a la ignorancia. Estos dos supuestos me parecen problemáticos. Respecto al primer punto, hay que decir que sólo en casos muy especiales es de esperarse una caracterización de los problemas como parte de un “paradigma” que distingue a la ciencia normal¹³. Respecto al segundo punto hay que decir que si se reconoce que la ciencia incluye el tipo de tradiciones experimentales en las cuales se producen los fenómenos de los que habla Hacking, entonces la distinción entre ciencia normal y postnormal deja de tener sentido.

¹² Uncertainty and Quality in Science for Policy, Silvio Functowicz, Jerome R. Ravetz, Kluwer 1990.

¹³ Sin pretender entrar en una discusión sobre este punto sólo quiero apuntar que las tradiciones del libro de texto, que constituyen la evidencia mas fuerte por la tesis de Kuhn de que hay una ciencia normal en su sentido, tienen interpretaciones alternativas. Por ejemplo, se pueden interpretar como describiendo los tipos de modelos para los que podemos formular claramente una explicación causal (Cartwright 1999: The Dappled World, Cambridge UP), por ejemplo). Otra manera de explicar la evidencia utilizada por Kuhn para arguir por la existencia de una ciencia normal se presenta en el libro compilado por Mary Morgan and Margaret Morrison: Models as Mediators, Cambridge UP, 1999.

Lo que he sugerido arriba respecto a la manera que la tecnología entra en la construcción de las representaciones apropiadas para el planteamiento científico de los problemas apunta a que la indeterminación que juega un papel en la toma de decisiones no tiene porqué provenir de ignorancia respecto a la manera como el mundo está determinado. *La indeterminación y la incertidumbre están ya adentro de nuestras representaciones científicas y de nuestras técnicas, entran en el proceso de la constitución del ámbito normativo de una práctica, y mas en general entran en los sistemas tecnológicos dentro de los cuales se (re)presentan. Siendo esto así, no es plausible pensar en representar la incertidumbre en una escala lineal.*

Desde una perspectiva diferente Brian Wynne llega a una crítica similar al tipo de propuesta de Ravetz y Functowicz. Su punto es que no es posible hacer una distinción tajante entre un sistema causa-efecto y un ambiente externo social. Los compromisos sociales que entran en las fases iniciales afectan los resultados de manera tal que debemos evitar modelar las decisiones asumiendo que hay por un lado un “contexto científico”, como lo que identifica Ravetz y Functowicz como ciencia normal” y un contexto mas amplio (*tecnológico*, podríamos recalcar) en el que valores sociales juegan un papel. Wynne tiene ejemplos muy claros de cómo la distinción entre sistemas de causa-efecto y un medio ambiente extra-científico son problemáticos cuando se tratan de analizar procesos como el vertido de residuos industriales en los drenajes públicos.

Apreciar toda la trascendencia de nuestras responsabilidades humanas, teniendo en cuenta que son ellas las que están a la base de las distintas opciones políticas, requiere por nuestra parte un examen mucho mas atento de la naturaleza de las indeterminaciones en aquellos sistemas en cuyo cambio estamos comprometidos a través de nuestras actividades y compromisos humanos. Esto, a su vez, requiere que desenterremos y exploremos las indeterminaciones ocultas más sutiles (algunas veces como formas de autoconfirmación) en nuestro conocimiento natural de tales sistemas. (Wynne 1997, p.168)¹⁴.

Wynne es muy claro que el problema tiene que ver con la pretensión de aislar un sistema causa-efecto de un ambiente. Cómo podemos hablar de sistemas causa-efecto “borrosos” (y no sólo en sus fronteras) o “abiertos”, sistemas que no podemos claramente separar de un ambiente? El punto que me interesa recalcar es que este tipo de problemas no surge solo en estudios sobre el ambiente. Hemos visto que el problema está en el fondo de una discusión respecto a la estructura causal del mundo, y en particular surge en el problema de la interpretación de la mecánica cuántica. En la filosofía de la biología una de las discusiones mas importantes hoy en día tiene que ver con la manera de entender un sistema causal como “abierto”. Varios biólogos y filósofos consideran que la única manera en la que podemos integrar diferentes tipos de explicaciones, provenientes de diferentes prácticas científicas, es abandonando la idea de que un sistema causa-efecto puede analizarse como aislable de su entorno. *Si el análisis científico abandona la pretensión de aislar sistemas causa-efecto como punto de partida de las explicaciones para entender indeterminación e incertidumbre entonces surge de manera natural la necesidad de pensar en la ciencia y la tecnología de una manera diferente a la tradicional, de una manera en la que se reconoce que el origen e historia de la incertidumbre que se va integrando en los sistemas tecnológicos a través de normas y*

¹⁴ Brian Wynne “Incertidumbre y Aprendizaje ambiental: reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo”, en CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD, compilado por Marta I. Gonzalez garcía, José A. Lopez Cerezo y José Luis Luján. Ariel 1997

representaciones es a la vez una manera en la que la responsabilidad humana se filtra hasta el subsuelo de lo que consideramos como objetivo.

Esto nos lleva de manera natural a reflexionar sobre la pretensión de que muchas decisiones que generalmente se formulan como políticas públicas respecto al manejo del desarrollo tecnológico, deban de utilizar como criterios centrales las posibilidades de control y predicción (como se asume por aquellos que defienden que la regulación debe estar basada en la ciencia). Si pensamos que la incertidumbre se aleja conforme la luz de la ciencia avanza, entonces la administración de la incertidumbre es una cosa, si creemos que la incertidumbre no es representable de manera simplista, independiente de una historia y una geografía de valores que se plasma en sistemas tecnológicos, entonces la administración de la incertidumbre va a requerir de mucho mayor discusión para llegar a sentar las bases del tipo de ciencia y tecnología que queremos como parte de un consenso respecto al tipo de sociedad que queremos.