



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**COLEGIO DE FILOSOFÍA**

**Características del conocimiento  
tecnológico, y su relevancia para la  
fundamentación de la filosofía de la  
tecnología**

**T E S I S**

Que para obtener el título de  
**Licenciado en Filosofía**

**PRESENTA:**

Andrés Mijangos Labastida

**ASESORA:**

Dra. Nydia Guadalupe Lara y Zavala

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

Esta tesis fue posible gracias al inconmensurable apoyo de mis padres, Roberto y Briseida, siempre tendrán mi eterno cariño y gratitud.

Agradezco a mi novia Mariana por su aliento sobre todo cuando el naufragio parecía inminente, no existen palabras suficientes para expresar mi gratitud hacia el universo al permitirnos coincidir en esta vida.

Gracias a mi hermano Roberto por su aliento y comprensión durante el largo proceso de escritura e investigación de este trabajo.

También quiero expresar mi gratitud hacia la Dra. Nydia Lara y Zavala, su enseñanzas y conocimientos me han permitido desarrollar mis habilidades de filósofo en un tema que me parece sumamente importante como es el de la filosofía de la tecnología.

Finalmente me gustaría agradecer a la Dra. Natalia Carrillo Martínez de la Escalera por su apoyo y consejo en la recta final de mi proceso de titulación, su lectura y comentarios han hecho de este un mejor trabajo.

## Índice

Agradecimientos.....	2
Introducción general.....	5
Capítulo I.....	11
La falsa prioridad de lo teórico sobre lo práctico.....	11
Introducción.....	11
El mito de la tecnología como ciencia aplicada .....	13
Evaluando el mito.....	16
El nexos institucional entre ciencia y tecnología en México .....	17
Otras críticas a la tecnología como conocimiento .....	20
Crítica a Bunge .....	21
a) La falsa prioridad temporal de la ciencia sobre la tecnología.....	22
b) La acción práctica se subordina a la teoría.....	24
c) La concepción de la ciencia como guía de la tecnología.....	25
d) La acción práctica como mera ejecución.....	26
Capítulo II .....	28
Hacia otro tipo de conocimiento.....	28
Intelectualismo .....	29
Problemas del intelectualismo .....	32
El problema de las acciones ‘teóricas’ (regresión de Ryle).....	33
Conclusión: .....	34
El problema del ajedrecista.....	35

Conclusión .....	38
Conclusiones generales.....	39
Capítulo III .....	41
Estructura y naturaleza del conocimiento tecnológico.....	41
Introducción.....	41
La naturaleza de la tecnología .....	46
Estructuras tecnológicas .....	50
Normatividad .....	51
Dispositivos.....	54
Eficacia, racionalidad y control.....	54
Eficacia (éxito contrafactual).....	55
Propiedades de las disposiciones.....	59
Racionalidad .....	67
¿Qué consideramos como racional? .....	69
Dos tipos de racionalidad .....	70
Eficiencia.....	74
Direccionalidad e intencionalidad .....	74
Direccionalidad.....	76
Intencionalidad .....	77
Convergencia .....	80
El caso de Golesworthy .....	83
Conclusiones.....	86
Bibliografía.....	89

## Introducción general

El tema central de esta tesis es la pregunta de si la tecnología produce conocimiento, y qué tipo de conocimiento sería. El trabajo se desarrolla en tres capítulos. El primer capítulo de la tesis aborda la cuestión del estatus epistemológico de la tecnología, es decir, si la tecnología es o no una forma de conocimiento. Se presentan dos posturas principales:

**La postura de Bunge:** La tecnología es una mera aplicación del conocimiento científico. Bunge sostiene que los tecnólogos e ingenieros no utilizan métodos racionales para elaborar tecnología, pues su conocimiento sobre la realidad es muy limitado. Para subsanar este problema, Bunge establece como prioritario para el desarrollo tecnológico emplear el conocimiento científico, así la acción se dota de racionalidad.

**La postura de Ryle:** La acción práctica es una forma genuina de conocimiento (saber cómo o conocimiento práctico). Ryle crítica el presupuesto de que las acciones prácticas para ser racionales o correctas se deben derivar de proposiciones regulativas, mayoritariamente entendidas como reglas, normas o leyes. El presupuesto en cuestión Ryle lo relaciona con el intelectualismo, lo que él califica como una doctrina predominante en epistemología que postula que la inteligencia es una facultad especial del entendimiento humano que se ejercita a través de actos (internos) de consideración de proposiciones regulativas. Para esta doctrina las acciones son inteligentes si provienen de aquellos actos que son internos al sujeto y que proceden de la consideración de proposiciones regulativas a través de la inteligencia. De acuerdo con Ryle, el intelectualismo es problemático debido a que cae en un regreso al infinito en el momento de evaluar la racionalidad o corrección de las acciones, y tampoco explica cómo los postulados teóricos se convierten en acciones prácticas.

Por otra parte, en el segundo capítulo dirijo las críticas de Ryle, hacia la propuesta de Bunge, si bien la crítica de Ryle se refiere explícitamente a lo que él denomina intelectualismo y a la concepción de la inteligencia (teoría) como respaldo de las acciones, sus argumentos son útiles para otros tipos de propuestas que intentan reducir el conocimiento práctico a proposiciones regulativas, como considero es el caso en el que incurre la postura de Bunge.

En el tercer capítulo desarrollo una serie de temas concernientes a la naturaleza de la tecnología, esto es a *las características de la tecnología y del conocimiento tecnológico*. Primero discuto qué considero como tecnología.

Posteriormente, planteo la pregunta central de la tesis, que circunda alrededor del estatus epistemológico de la tecnología, esto es, qué tipo de conocimiento produce la tecnología. En el capítulo segundo describo qué características posee, cómo se distingue de otros tipos de conocimiento (práctico y científico) y postulo una respuesta a qué tipo de respaldo es adecuado para el conocimiento tecnológico.

Para distinguir entre conocimiento científico y conocimiento tecnológico utilizo las nociones de progreso científico y progreso tecnológico desarrolladas por Henryk Skolimowski. Para Skolimowski lo que distingue a la ciencia de la tecnología son el tipo de resultados que buscan con sus prácticas. La ciencia por un lado busca acrecentar el conocimiento acerca del mundo, mientras que la tecnología por el otro busca modificar el mundo en el que vivimos de acuerdo con sus diseños. Desde mi interpretación de Skolimowski propongo lo que el tipo de conocimiento que produce la tecnología esta dirigido a modificar al mundo de acuerdo con nuestros diseños.

Para Skolimowski la tecnología provee el medio para el mejoramiento de los dispositivos, esta mejoría puede significar una característica nueva en un artefacto o bien que se han empleado menos tiempo y energía para desarrollarla. Ambas cosas son medibles en términos de *eficacia*. En este sentido un artefacto tecnológico eficaz es aquel que ha progresado respecto a sus antecesores. Si bien el concepto de progreso tecnológico permite distinguir entre ciencia y tecnología, no termina de especificar qué tipo de conocimiento emplean los tecnólogos para modificar al mundo. Esta es la pregunta por el conocimiento tecnológico, que pertenecen a la **epistemología del conocimiento tecnológico**.

Propongo una distinción básica entre la epistemología tradicional y la epistemología tanto del conocimiento tecnológico como del conocimiento práctico (saber cómo). Mientras que la primera parte de la creencia para explicar el conocimiento, las otras dos parten de la acción. Esta idea la retomo de Gilbert Ryle en su explicación del saber cómo. Para Ryle la manera en que se comportan los sujetos (es decir cómo actúan) es el elemento explicativo del saber cómo. Una

acción desempeñada de una manera específica es lo que explica que un sujeto sepa cómo hacer algo (una tarea, por ejemplo). Mi propuesta es que también el conocimiento tecnológico puede ser explicado a partir de la acción, pero no del tipo que propone Ryle, sino de un tipo más especializado, la acción tecnológica se refiere a los distintos modos que tiene la tecnología de modificar el mundo.

Recapitulando, la distinción entre *progreso tecnológico* y *progreso científico* es relevante para distinguir entre la labor y los intereses de la ciencia y la tecnología. En mi tesis propongo que lo que explica el avance epistémico de la tecnología es la acción tecnológica es la acción tecnológica. Estudiando la manera en que se articula la acción tecnológica, es decir cómo la tecnología modifica al mundo, es posible explicar el conocimiento tecnológico. La acción tecnológica más cierto respaldo o garantía es equivalente a conocimiento tecnológico. Esta es una adaptación que yo realizo y extrapolo del estudio del conocimiento tradicional en el que la creencia más cierto respaldo se considera conocimiento.

Mi interpretación de Skolimowski es que él establece una característica primordial de la **acción tecnológica** en su concepto de *eficacia*. Para Skolimowski eficacia es lo que explica que un artefacto o dispositivo sea mejor, esto puede significar diversas cosas, que un artefacto tenga una mejoría respecto a una versión anterior, o que use menos recursos o tiempo para su fabricación. En este sentido, la tecnología provee el medio para hacer artefactos eficaces y que estos modifiquen el mundo de acuerdo con nuestros diseños. Sin embargo, en los términos que empleo en mi tesis hago una modificación del concepto de eficacia que funciona mejor para mis propósitos. Un artefacto o dispositivo, es eficaz en la medida en que su desempeño es exitoso, esto significa que cumple con la función para la que fue creado. Con ello me refiero a que los dispositivos pueden ser entendidos como uno de los medios por los cuales la acción tecnológica modifica al mundo. En este caso la eficacia se vuelve un indicador de dispositivos exitosos, un dispositivo más eficaz y mejor es aquel que tiene mayores tasas de éxito que sus competidores o antecesores.

Ahora bien, el lector podrá preguntarse entonces ¿la acción eficaz debe ser considerada equivalente a conocimiento tecnológico? Mi respuesta es no. En primer lugar, porque una crítica que realizo a Skolimowski es que la tecnología no solo es la vía para hacer dispositivos eficaces sino también para hacer dispositivos **controlables**, en esto debería modificarse su noción de



progreso tecnológico. Regresando a la pregunta anterior, si bien la eficacia es un indicador de éxito, en última instancia no explica porque el desempeño del dispositivo tiene una propensión a tener éxito. Es decir, el éxito indica que el dispositivo esta realizando algo bien (su función) pero no por qué. Esta pregunta se relaciona con el respaldo de la acción tecnológica. ¿Qué respalda o garantiza que una acción sea exitosa?

Para resolver este problema del respaldo de la acción tecnológica propongo que la acción tecnológica puede ser explicada a través del fiabilismo de William Alston. Cabe aclarar que Alston fue un epistemólogo interesado en desarrollar alternativas de la justificación epistémica tradicional, sobre todo después de las críticas de Edmund Gettier. No obstante, yo considero que su teoría sobre el fiabilismo puede ser aplicable a la acción tecnológica, esto se debe a que para Alston no es necesario poseer acceso a nuestras creencias, sino que basta para tener respaldo con que estas creencias tengan **un historial causal rastreable** y provengan de **procesos fiables de creación de creencias**, en el caso de esta tesis son procesos fiables de creación de acciones.

La propuesta de Alston me es de utilidad porque el fiabilismo es una vía para responder en qué medida la acción tecnológica se encuentra **respaldada**. Para Alston las creencias que proceden de procesos fiables de creación de creencias adquieren la disposición de ser fiables, porque provienen de procesos fiables de creación de creencias y esto hace que dichas creencias tengan una *disposición* interna a tener éxito. Lo que distingue a una creencia fiable de una que no es fiable es su diferente disposición a tener altas tasas de éxito. En el sentido de la acción tecnológica esta adquiere la disposición a ser fiable en primer lugar al provenir de un proceso fiable de creación de acciones, como puede ser el caso del diseño y producción de dispositivos tecnológicos, y además el desempeño de estos tienen una disposición a tener altas tasas de éxito.

Finalmente, en esta sección dedicada al éxito en el tercer capítulo me pregunto ¿Qué significa que algo (un dispositivo, un proceso tecnológico) tenga éxito? Significa que ha logrado modificar al mundo de acuerdo con su diseño. En el caso del estudio del éxito utilizaré el análisis que realiza Katherine Hawley para entender en qué consiste que alguien (ella analiza el saber cómo) sea exitoso, si bien el conocimiento disposicional o de habilidades y el conocimiento tecnológico son distintos mi propuesta es que posible aplicar el mismo análisis del éxito contrafactual en las

disposiciones o habilidades del saber cómo que estudia Hawley en el concepto de **fiabilidad** antes incorporado para respaldar a la acción tecnológica.

Para Hawley tanto como para Ryle la acción es la base del conocimiento práctico, pero no cualquier tipo de acción puede contar como saber cómo, debe ser un tipo acción específica, este tipo de acción específica hace que los sujetos sean exitosos realizando una tarea (ya sea montar en bicicleta o nadar) corresponde a una habilidad o disposición que hace que al actuar intencionalmente los sujetos sean exitosos. Sin embargo, apunta Hawley, las acciones son algo tangible con un lugar y fecha de acontecimiento, así como también poseen un contexto, es decir el éxito de una disposición varía también dependiendo del contexto en el que los sujetos la utilizan.

En el análisis que realiza Hawley existen tres elementos constitutivos del éxito contrafactual, *a)* los sujetos (que implica desempeño e intencionalidad) *b)* las condiciones y *c)* el éxito contrafactual. A partir de esto Hawley establece que, si bien no todas las disposiciones de los sujetos tendrán éxito en todas las condiciones, si es necesario que tengan éxito contrafactual en las condiciones bajo las que con normalidad se desempeñan correctamente. Si incorporamos este análisis del éxito contrafactual al concepto previamente expuesto de la fiabilidad en tecnología encontramos entonces que esta es una disposición intencional a tener éxito en ciertas condiciones. Aplicando estas ideas a la acción tecnológica argumento que una acción tecnológica fiable, es aquella acción que proviene de un proceso fiable de creación de acciones (como puede ser el diseño tecnológico), esta acción tecnológica fiable se caracteriza por tener éxito intencional al modificar al mundo bajo ciertas condiciones y esto correspondería a ser conocimiento tecnológico, un tipo de conocimiento enfocado en modificar al mundo de manera intencional y exitosa.

En el tercer capítulo se tratan varios temas relacionados con el problema epistemológico que plantea la tecnología. El primero es el **control** de las acciones tecnológicas, específicamente me enfocaré en el diseño y en la creación de dispositivos. Propongo que el control puede dividirse en dos subconceptos, el primero la *direccionalidad* que se enfoca en limitar lo que un dispositivo debe hacer. Y la *intencionalidad* cuyo objetivo es planificar el desempeño de los dispositivos de acuerdo con los objetivos de los tecnólogos.

Otro tema importante dentro del tercer capítulo es la relación entre tecnología y ciencia desde el punto de vista de la *convergencia*, el cual es un nuevo campo de estudio que investiga la manera en que se relacionan diversas disciplinas para crear tanto nuevo conocimiento como nueva tecnología. En la parte final de la tesis doy como ejemplo el caso de Tal Golesworthy, un ingeniero que diseñó un dispositivo para curar una enfermedad que padecía, esto sirve para ilustrar la función de la tecnología y el tipo de conocimiento que emplean los ingenieros al crear dispositivos.

Resumiendo, en este trabajo hago notar las limitaciones de la propuesta de Mario Bunge. Además que incorporando algunas ideas como lo son en Ryle, la acción como principio del conocimiento, en Skolimowski la noción de progreso tecnológico, en Alston el concepto de fiabilidad y en Hawley el análisis contrafactual, propongo una nueva manera de estudiar la labor de la tecnología, esto a través del estudio del conocimiento tecnológico.

# Capítulo I

## La falsa prioridad de lo teórico sobre lo práctico

### Introducción

En el campo de la filosofía de la tecnología existe una cuestión crucial respecto al estatus epistemológico de la tecnología, pues hay la pregunta en torno a si la tecnología es o no una forma genuina de conocimiento. Sobre lo anterior, podemos encontrar dos posturas que se enfrentan entre sí: los que consideran que la tecnología no es una forma de conocimiento, que autores como Bunge incluso sostienen que la tecnología es una mera aplicación del conocimiento científico. En cambio, autores como Kline, Skolimowski, o Cupani, sostienen que la tecnología es una forma de conocimiento con características y motivaciones independientes al conocimiento científico.

En la primera parte del capítulo expondré la propuesta de Bunge presentada en su artículo “Technology as applied science” en donde propone optimizar el desarrollo tecnológico por medio de la utilización de las leyes y principios científicos. El punto de partida de Bunge es el diseño tecnológico. Desde su perspectiva, los tecnólogos e ingenieros no han utilizado métodos racionales para elaborar dispositivos tecnológicos, pues su conocimiento sobre la realidad es muy limitado principalmente porque se enfocan en la eficacia de ciertas reglas prácticas, es decir, conocen el cómo pero no el por qué. Para subsanar este problema, Bunge establece como prioritario para el desarrollo tecnológico emplear el conocimiento científico. Este conocimiento puede funcionar como guía y fundamento para el desarrollo tecnológico, ya que este tipo de conocimiento además de ser verdadero (según Bunge) posee un profundo entendimiento sobre las leyes y reglas que gobiernan la realidad. Posteriormente expondré de qué manera la teoría de Bunge ha influido en instituciones públicas como el CONACYT, y a la vez en las políticas públicas de desarrollo e innovación tecnológica.

En la segunda parte del capítulo utilizare dos argumentos de Gilbert Ryle para criticar la propuesta de Bunge, para probar que es errónea. Con Ryle fincaré las bases para sostener que la tecnología

es una forma genuina de conocimiento. Los argumentos se ilustran a través de a) la regresión de Ryle y b) el problema del ajedrecista. Ambos critican la idea de Bunge que presupone que la racionalidad de las acciones prácticas se deriva de proposiciones regulativas. Sin embargo, esto crea un problema conceptual, ya que no es posible determinar en qué momento una acción es racional. Por ejemplo, en el caso de a), el problema se presenta a través de una regresión infinita, pues, según Ryle, teorías como la de Bunge apelan a que es posible que una acción confiera racionalidad a otra; sin embargo, para que esto suceda la acción previa a su vez debe ser racional, por lo cual dependería de otra acción previa para serlo. Esto generaría una cadena infinita de apelaciones a acciones previas de las cuales, bien analizado, ninguna sería racional.

En el caso de b), Ryle utiliza el ajedrez para mostrar una deficiencia explicativa de teorías como la de Bunge. Esto a partir de que no pueden explicar a cabalidad en qué consiste la inteligencia práctica, o el conocimiento práctico. Ryle plantea el problema de la siguiente manera: dos ajedrecistas se enfrentan, pero uno es novel y el otro experimentado. Según la teoría de Bunge, bastaría que el ajedrecista novel memorizara las máximas del ajedrez para comenzar a jugar de manera óptima. Sin embargo, el conocimiento teórico no garantiza que en realidad el jugador novel actúe de tal manera, pues el conocimiento práctico requiere de elementos como la experiencia y la habilidad de aplicar su conocimiento en contextos específicos para poder ser realizado de manera correcta.

En resumen, en el debate sobre si la tecnología es o no una forma genuina de conocimiento, las posturas de Bunge y Ryle, ilustran dos perspectivas fundamentales que han marcado el debate interno de la filosofía de la tecnología.

Lo que nos interesa defender en esta tesis es que la inteligencia práctica implica una comprensión profunda y una habilidad para generar y aplicar el conocimiento que, como lo trataré de hacer ver, va más allá de la mera memorización de reglas.

## El mito de la tecnología como ciencia aplicada

Es importante reconocer que hasta la fecha no existe una definición de ‘tecnología’, por lo que existen distintas maneras de entenderla y, en concordancia, distintas formas de plantear su estudio. Hay filósofos, como Kline, que distinguen cuatro usos distintos de la palabra ‘tecnología’: El primero se relaciona con los objetos concretos o artefactos producidos por la tecnología. Kline la define como “Possible denotation: non-natural objects, of all kinds, manufactured by humans”.<sup>1</sup>

El segundo uso se relaciona con los procesos de manufactura. “Possible denotation: All the elements needed to manufacture a particular kind of hardware, the complete working system including its inputs: people; machinery; resources; process; and legal, economic, political and physical environment”.<sup>2</sup>

El tercer uso, que va a ser el más relevante para los fines de la presente tesis, se relaciona con una especie particular de conocimiento. “The information, skills, processes, and procedures for accomplishing tasks: possible denotation: KNOWLEDGE, TECHNIQUE, KNOW HOW, OR METHODOLOGY in the usual sense of these words”.<sup>3</sup>

Finalmente, el cuarto uso hace mención al concepto de “Sociotechnical systems of use<sup>4</sup>”, el cual “is a system using combinations of hardware, people (and usually other elements) to accomplish tasks that humans cannot perform unaided by such systems to extend humans capacities”.<sup>5</sup>

De manera similar, Alberto Cupani en su artículo “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, hace mención de la manera en que Carl Mitcham aborda el tópico del estudio de la tecnología, donde Mitcham “señala que la tecnología puede ser abordada desde cuatro perspectivas básicas: como cierto tipo de objetos (los artefactos), como una clase específica

---

<sup>1</sup>Stephen J. Kline, “What is technology” *Bulletin of Science Technology & Society* 5 (1985): 215.

<sup>2</sup>Stephen J. Kline, “What is technology” *Bulletin of Science Technology & Society* 5 (1985): 216.

<sup>3</sup>Stephen J. Kline, “What is technology” *Bulletin of Science Technology & Society* 5 (1985): 216.

<sup>4</sup>Stephen J. Kline, “What is technology” *Bulletin of Science Technology & Society* 5 (1985): 217.

<sup>5</sup>Stephen J. Kline, “What is technology” *Bulletin of Science Technology & Society* 5 (1985): 217.

de conocimiento (el saber tecnológico), como un conjunto de actividades (resumidas en producir y usar artefactos) y como manifestación de determinada voluntad del ser humano en relación con el mundo (tecnología como volición)”.<sup>6</sup>

Ahora bien, las tres primeras definiciones tanto de Kline como las de Mitcham son similares. Aunque la primera definición de ambos postula que el término tecnología se refiere a cierto tipo de objetos como producto de la actividad tecnológica, si bien la producción de este tipo de objetos involucra cierto tipo de conocimiento, para algunos filósofos eso no significa que como tal sea un conocimiento propio y específico de la tecnología.

El tema es relevante, porque hay autores, como Mario Bunge, que sostienen que la tecnología no es conocimiento, sino que usa el conocimiento que produce la ciencia. Esto es, desde esta perspectiva la tecnología es simple y llanamente ciencia aplicada, por lo que acaba siendo algo así como la parte práctica de la ciencia. Es decir, la tecnología está subordinada a la ciencia. Cupani comenta sobre la concepción de la tecnología de Bunge: “Si se prefiere, la tecnología puede ser vista como el campo de conocimiento relativo al proyecto de artefactos y la planificación de su realización, operación, ajuste, manutención y monitorización, a la luz de conocimiento científico”.<sup>7</sup>

Filósofos como Anthonie W. M. Meijers y Marc J. De Vries reconocen la relevancia de Bunge en el estudio de la filosofía de la tecnología al decir:

The first is the popularity in philosophy of the view that technology is primarily a form of applied natural science. This idea was advocated in a “classic” article by Bunge (1966). It has also been the dominant view in science technology policy in the decades following the Second World War. The idea of technology as just the application of natural science implicitly suggests that technology is not a separate field of knowledge”.<sup>8</sup>

A pesar de que “Technology as Applied Science” se escribió en 1966, todavía es citado hoy día, por eso, la reflexión que haré sobre la idea de la tecnología como ciencia aplicada, no considera

---

<sup>6</sup>Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, *SCIENTIÆ Studia* 4 (2006): 353.

<sup>7</sup>Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, *SCIENTIÆ Studia* 4 (2006): 354.

<sup>8</sup>Anthonie W. M. Meijers, Marc J. De Vries, “Technological Knowledge” en *A companion to the philosophy of technology* ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen, y V. F. Hendricks (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 70-71.

relevante si Bunge corrigió su postura con el tiempo. La razón es que el presente trabajo se centra en las concepciones erróneas a las que dio origen el artículo de 1966 y que todavía permean el campo de la filosofía de la tecnología e impiden su desarrollo, ya que la mera suposición de que hay un paso natural entre ciencia básica, ciencia aplicada y desarrollo tecnológico, no es sinónimo de hacer avances en torno a qué es la tecnología. Son actividades distintas que, aunque mutuamente se retroalimentan y apoyan, requieren distintos tipos de metodologías, enfoques, perspectivas y fundamentos específicos.

En este punto nos encontramos en una disyuntiva: ¿la tecnología depende de la ciencia para ser conocimiento o la tecnología es una forma independiente de conocimiento? En la discusión actual han surgido diferentes elementos que permitirían plantear la existencia del conocimiento tecnológico principalmente relacionados con el estudio del saber cómo (know how) que, si bien no es nuevo, en tiempos recientes ha comenzado a aparecer como un tipo de conocimiento distinto al científico.

Sin embargo, la concepción de tecnología como “ciencia aplicada”, evidentemente niega que exista el conocimiento “tecnológico”. Para Bunge, el “conocimiento” que nombramos como tecnológico, a saber, la creación de artefactos y dispositivos que cumplan con ciertas funciones en el mundo es la aplicación de conocimiento científico a problemas concretos. Por eso Bunge no puede aceptar que la tecnología pueda ser una vía de conocimiento, cuando históricamente hay muchos casos donde los desarrollos tecnológicos son los que ofrecen el conocimiento que guían a una teoría como fue el caso del telescopio desarrollado por Galileo que le permitió observar con mayor claridad la Luna y posteriormente esto permitió elaborar mejores teorías sobre dicho astro<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> El caso típico para ilustrar este punto es la termodinámica que se desarrolló del trabajo de los ingenieros con las máquinas de vapor.



Volviendo a nuestro punto de partida, respecto a si la tecnología produce conocimiento y, de ser el caso, explicar de qué manera, son cuestiones que, desde el siglo pasado, filósofos como Skolimowski, Kline, Mitcham, Bunge, se plantearon. Para Bunge, como se mencionó arriba, la tecnología es ciencia aplicada y como tal no confiere conocimientos nuevos. A continuación, problematizaré esta concepción, exponiendo de dónde surge y qué problemas posee. También me gustaría aclarar que, si bien Bunge tenía la motivación de traer luz sobre el nexo entre ciencia y tecnología, sus ideas terminaron siendo contraproducentes, como lo veremos posteriormente.

Bunge se centra solo en un aspecto (si bien importante, pero no el único) de la tecnología: la creación de artefactos o dispositivos. La pregunta que Bunge persigue es la siguiente ¿En qué consiste que los dispositivos tecnológicos funcionen adecuadamente? Su respuesta fue que los aparatos tecnológicos funcionan no solo porque en la práctica son eficaces y exitosos, sino porque han sido diseñados a partir de un ciclo que Bunge describe de la siguiente forma: “A whole cycle must be performed before anything comes out from practice: Practice -> Scientific Problem -> Scientific Research (statement and checking of hypotheses) -> Rational Action”.<sup>10</sup>

Del argumento de Bunge podemos extraer varias ideas. En primer lugar, las acciones prácticas *puras*, por así decirlo, desde su perspectiva no cuenta como acciones racionales. La *racionalidad* entonces deviene de un modo específico de proceder, a saber, el científico. Además, el conocimiento científico, posee prioridad temporal sobre el desarrollo tecnológico, puesto que asume que una tecnología funciona gracias al conocimiento científico. ¿A qué se debe esto? A que la tecnología se desarrolla a través de la acción racional, no a partir de la mera práctica y, desde la perspectiva de Bunge, la acción racional solo se consigue por medio del conocimiento científico.

Asimismo, Bunge considera que la investigación científica se debe centrar en la búsqueda de reglas y leyes que puedan establecerse como la *guía* racional de la actividad práctica. Siguiendo su texto: “We are not interested in such groundless or conventional rules but rather in founded rules,

---

<sup>10</sup>Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 330.

that is, in norms satisfying the following definition: A rule is grounded if and only if it is based on a set of law formulas capable of accounting for its effectiveness".<sup>11</sup>

Uno puede entender la intención del argumento, considerando que Bunge pretende responder preguntas como, por ejemplo, ¿Por qué los aviones son capaces de volar? Para un bungeano la respuesta sería que los tecnólogos los diseñaron y construyeron siguiendo los lineamientos de la aerodinámica. Para Bunge, la tecnología no provee conocimiento, porque no acrecienta el conocimiento que ya poseíamos antes, pues los objetivos explícitos de la tecnología son crear dispositivos o artefactos que cumplan con una tarea específica, mas no explicar las leyes o principios que rigen al universo.

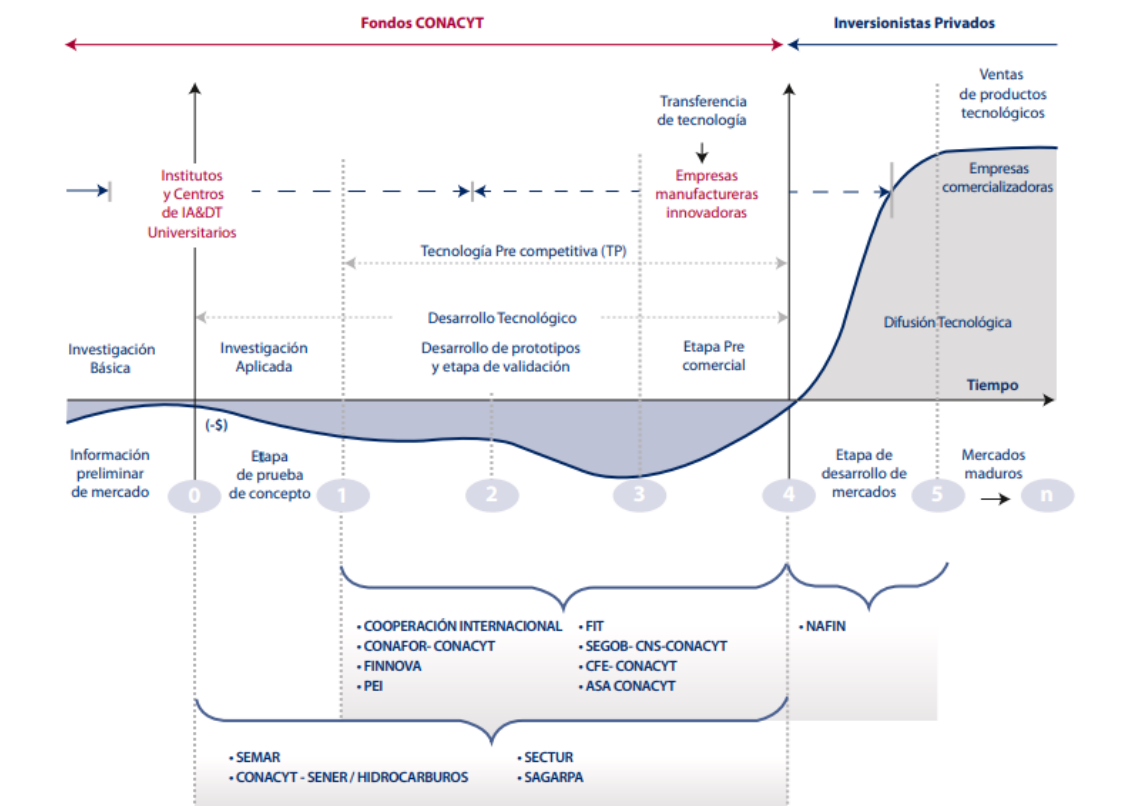
### **El nexó institucional entre ciencia y tecnología en México**

Alguien podría preguntarse en este momento: ¿Tenía razón Bunge? La respuesta breve es no. El argumento de Bunge además de ser históricamente impreciso (pues la tecnología existe desde mucho tiempo antes que la ciencia) posee severos problemas conceptuales. Por lo que de nuevo surge la pregunta: ¿Si Bunge está equivocado y su argumentación es ineficiente? ¿Por qué es relevante? Porque sus ideas respecto a la ciencia y la tecnología fueron muy influyentes en el siglo pasado y en el actual. El caso paradigmático en nuestro país es el del CONACYT que todavía aglomera a la tecnología como una rama dependiente de la ciencia.

---

<sup>11</sup>Mario Bunge, "Technology as Applied Science", *Technology and Culture* 7 (1966): 338.

En la actualidad el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es la institución responsable de establecer las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación de México. A continuación, presento un cuadro del CONACYT que ejemplifica la manera como conciben el desarrollo e innovación tecnológica.<sup>12</sup>



Para el

CONACYT existen 5 fases del desarrollo tecnológico. En la fase 0 se concentra la *Investigación Básica* que se desarrolla en Institutos y Centros de IA&DT Universitarios, que, según ellos, a la vez se encarga de la información de mercados. La fase 1 se desarrolla en las mismas instituciones que la fase anterior y consiste en la *Investigación aplicada*. Es aquí donde se realiza la *prueba de concepto*. En la fase 2 existe un entrelazamiento entre las instituciones de la fase 0 y 1 y las *empresas manufactureras innovadoras*. En esta fase se desarrolla la tecnología, con enfoque al *desarrollo de prototipos y etapa de validación*. En la fase 3 existe una *transferencia tecnológica* entre las instituciones encargadas de la fase 0 y 1 a las *empresas* que se encargarán de la *Etapa precomercial*. En la quinta etapa, la tecnología se comercializa. Antes de continuar como un dato

<sup>12</sup>Imagen propiedad del CONACYT.

importante para tener en cuenta es que los fondos del CONACYT generalmente sólo cubren desde la etapa 0 hasta la fase 4. La fase 5 (comercialización) corresponde a los inversionistas privados.

El esquema del CONACYT tiene un flujo desde la fase 0 hasta la fase 5. Es decir, supone que existe una continuidad entre cada etapa. Pero, desde el inicio es extraño que la investigación acerca de la *información preliminar del mercado* la realicen instituciones de nivel superior trabajando en ciencia básica. Uno podría pensar que en esta etapa se debería de indagar primero sobre las necesidades de la sociedad para detectar los problemas que tendría que investigarse a nivel básico. Como ejemplo supongamos el siguiente problema: la falta de cobertura de internet a nivel nacional. Entonces según el CONACYT, los laboratorios de ciencia básica de las instituciones de nivel superior se encargarían de encontrar respuestas en torno a cómo ofrecer soluciones novedosas a las necesidades de la población (mercado de consumo) lo cual, si llega a suceder, es por pura casualidad y no porque así lo planteó el CONACYT. Lo anterior es más claro si uno entiende los objetivos a los que se adscribe el mismo CONACYT son casi imposibles de alcanzar con esta conceptualización. Según esta institución gubernamental:

Como cabeza del sector, el CONACYT define estrategias, articula y coordina las capacidades nacionales en investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación del país, impulsando la ciencia básica y la investigación de frontera, al tiempo que establece las agendas de investigación prioritarias que incidan en el entendimiento y búsqueda de soluciones a los grandes retos nacionales en salud, energía, agua, toxicidades, alimentación, seguridad humana, vivienda, sistemas socio-ecológicos, educación y cultura.<sup>13</sup>

De acuerdo con la información del CONACYT se puede entender de mejor manera la fase 1 de la siguiente manera: Las instituciones superiores de educación pública se encargan de encontrar y delimitar (conceptualizar) los problemas de la población (mercado de consumo). Esta investigación se transfiere (transferencia tecnológica) a las empresas para que construyan dispositivos (desarrollo tecnológico) y los distribuyan para suplir las necesidades de la población.

Si bien es cierto que la mayor parte del desarrollo científico en nuestro país se realiza dentro de las instituciones de nivel superior; en la práctica, la investigación de las necesidades del mercado no la

---

<sup>13</sup>Conacyt, "¿Qué es el Conacyt?" Conacyt, <https://conahcyt.mx/conahcyt/que-es-el-conahcyt>

realizan dichas instituciones; normalmente la realizan las empresas. Se puede notar que en el esquema del CONACYT todavía existen reminiscencias de las ideas de Bunge, pues pareciese que la tecnología no es capaz ni siquiera de conceptualizar y delimitar sus propios problemas, sino que es dependiente de la *investigación básica y aplicada* realizada por las instituciones de nivel superior del país. En conclusión, el CONACYT no vincula de manera satisfactoria y realista a la ciencia con la tecnología para cumplir con sus propios cometidos.

### **Otras críticas a la tecnología como conocimiento**

Para algunos filósofos, como Kroes, existen diversas caracterizaciones de la tecnología, entre ellas la denominada '*racionalidad instrumental*' la cual solo se enfoca en encontrar los medios óptimos para la acción, marcada por criterios y valores meramente técnicos (y en muchos casos estrechos). Como ejemplo traigo a colación la definición ABET<sup>14</sup> que presenta el mismo Kroes:

The ABET definition suggests that the decision-making in engineering design is strongly governed by instrumental rationality, that is, choosing the right means for realizing a given end. The objective is set from outside, and the design process is about finding the optimal means to realize this objective. The fundamental norms or values on which instrumental rationality is based are efficacy and efficiency; these would constitute the main criteria for evaluating the outcome of the design process<sup>15</sup>.

Existen dos problemas principales con esta definición: en primer lugar, hay quienes, como Bunge, que la utilizan para criticar que la tecnología se enfoca principalmente en valores como la eficacia y la eficiencia, pero no en la verdad. Aunque en respuesta a estas inquietudes se podría demostrar que las teorías ingenieriles son operativas, por lo que en ellas la "verdad" se muestra, no se enuncia. Por eso mismo se pueden hacer enunciados sobre el funcionamiento de la tecnología y estos serían prácticos (sirve o no sirve, funciona o no funciona).

---

<sup>14</sup> ABET es el acrónimo para "Accreditation Board for Engineering and Technology".

<sup>15</sup> Peter Kroes, "Engineering Design", en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 115.

El segundo problema surge debido a que esta caracterización es estrecha en el sentido en que no toma en cuenta un elemento crucial del diseño tecnológico: la *creatividad* y la manera en que se emplea para resolver problemas. El mismo Kroes explica lo siguiente:

Furthermore, engineering design is not just about rationally choosing the best alternative from a given set of options (...) Engineering design is also, and often primarily, about generating the various options (means) from which a choice can be made. Here, decisions have to be made about how many options to generate, about which options to drop because they are too problematic, about which options to develop further because they are promising (and all this under constraints of time and resources, which themselves may become the object of decisions or negotiations). It seems highly unlikely that such decisions can be justified on the basis of instrumental reasoning.<sup>16</sup>

Ahora bien, la intención del ejemplo anterior era mostrar algunas críticas al conocimiento ingenieril y tecnológico antes de desarrollar la crítica principal que corresponde a Bunge. Por otra parte, los elementos correspondientes al conocimiento tecnológico serán desarrollados a profundidad en el capítulo dos.

## **Crítica a Bunge**

Antes he mencionado que la conceptualización de Bunge acerca de la tecnología es errónea. A continuación, me gustaría exponer de manera extensa y clara cuáles considero que son los puntos más débiles de su postura.

En su conceptualización podemos detectar cuando menos cuatro tipos de problemas: a) La prioridad temporal de la ciencia sobre la tecnología b) La dependencia de la práctica en la teoría científica c) La concepción de ciencia como guía de la tecnología y, finalmente d) la práctica como mera ejecución. Me gustaría aclarar que no niego que exista una relación profunda entre

---

<sup>16</sup> Peter Kroes, "Engineering Design", en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 115-116

tecnología y ciencia, sino que el orden, tal como lo plantea Bunge, me parece erróneo y dogmático.

### **a) La falsa prioridad temporal de la ciencia sobre la tecnología**

El punto de partida de Bunge es que la mera práctica no es racional en sí misma. De manera explícita Bunge señala que debe existir *algo* más. Si retomamos la estructura del CONACYT (que en el fondo se basa en la misma idea) la tecnología solo puede *producir* algo racional cuando la antecede un proceso previo de investigación científica.<sup>17</sup> Para Bunge de este proceso previo se encarga la *ciencia* (en el caso del CONACYT son las que se realizan en las instituciones de nivel superior) pues ahí es en dónde se desarrolla la mayoría de la investigación científica.

En su texto Bunge explica: “We are not interested in such groundless or conventional rules but rather in founded rules, that is, in norms satisfying the following definition: A rule is grounded if and only if it is based on a set of law formulas capable of accounting for its effectiveness”.<sup>18</sup> Ejemplo: si alguien tiene el proyecto de diseñar un avión o un prototipo de avión, lo primero que debería hacer es estudiar las leyes de la aerodinámica, para después seleccionar cuales son las más pertinentes para aplicarlas a su proyecto de aviación.

Bunge también sostiene que la efectividad de una regla no sólo abarca los casos exitosos, sino también en entender por qué una regla es efectiva: “[w]e thought to take it apart and reach an understanding of its modus operandi. This requirement of rule foundation marks the transition between the prescientific arts and crafts and contemporary technology”.<sup>19</sup> De lo anterior procede a concluir que el tecnólogo contemporáneo debe sustentar sus diseños y la creación de sus dispositivos en leyes *fundamentadas* por la ciencia. Es decir, **para Bunge la investigación científica sirve como guía y fundamento para el desarrollo de la tecnología.**

---

<sup>17</sup>Nótese la relación entre las ideas de Bunge y el esquema del Conacyt.

<sup>18</sup>Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 338.

<sup>19</sup>Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 339.

Hay diversos conceptos que me gustaría esclarecer. En primer lugar, Bunge se refiere a la *práctica* y uno podría entender de dos maneras dicho concepto: como la práctica en general, digamos referente a acciones; o como la práctica tecnológica, que mayoritariamente se enfoca en diseñar y desarrollar dispositivos y artefactos funcionales, es decir, que hagan o sirvan para algo.

Ambos conceptos son distintos. Si se entiende de la primera manera, el concepto es demasiado amplio, porque si bien la tecnología implica práctica, no toda práctica implica desarrollar tecnología. Si Bunge se refiere a la práctica tecnológica, la situación es distinta, aunque no mejor para su teoría. Pues la práctica tecnológica es incluso muy anterior al desarrollo de la ciencia. Aunque claro, un bungeano podría alegar que se refiere a la tecnología contemporánea (si bien podría advertirlo en el título de su artículo). Me parece que es un error negar que existe una amplia historia de dispositivos y artefactos tecnológicos, diseñados y construidos durante la época precientífica, altamente funcionales. Para dar algunos ejemplos, pensemos en los molinos, las pirámides, los acueductos y calzadas romanas o cualquiera de las grandes urbes de las civilizaciones antiguas. Pero el contraejemplo más claro para refutar a Bunge es la máquina de vapor, que al innovarla fue la que logró desechar la teoría científica del calórico y dio todas las pautas para la conceptualización de lo que culminó en la termodinámica<sup>20</sup>. Claro ejemplo de que primero fue la tecnología y luego la ciencia, así como el hecho incontrovertible de que primero fue el conocimiento tecnológico y que de ahí se derivó el científico.

La mayoría de los constructores de estas máquinas tenían interés en que sus creaciones funcionaran de acuerdo con lo planeado, que pudieran ser mejorados o diseñados con un menor costo. Los resultados de su tecnología eran el indicador, necesario y suficiente, acerca de si algo funcionaba o no. Sin embargo, no podemos dejar en el aire que Bunge considera la incorporación de la tecnología a la ciencia como una característica del desarrollo tecnológico contemporáneo. La aspiración de Bunge es que la metodología científica (con sus leyes y normas) pudiera apartar a la tecnología del mero ámbito de la eficiencia y la utilidad, para así atraerlo al campo de la justificación y de la verdad, como si los logros tecnológicos fueran de índole semántico y no pragmático.

---

<sup>20</sup> Véase Lara Zavala, Mejía Barreto, y Prieto Mendoza, 2015.



En síntesis, la tecnología precientífica (por darle un nombre) parece tener ciertas interrogantes en común respecto al funcionamiento y mejoramiento de los dispositivos modernos. Sin embargo, para Bunge la tecnología considerada como ciencia aplicada (tecnología científica) aprovecha el conocimiento científico para guiar y fundamentar su desarrollo. En las siguientes páginas evaluaremos si lo que propone Bunge siempre se cumple en la realidad.

### ***b) La acción práctica se subordina a la teoría***

Como mencioné al principio, hay filósofos que consideran que la tecnología no produce conocimiento y que es un apéndice de las teorías científicas. Aunque no hay que olvidar que también existen otros filósofos que se interesan en diversos aspectos de la tecnología como pueden ser sus repercusiones epistémicas y ética.<sup>21</sup> Regresando al caso de Bunge, su teoría tiende al reduccionismo acerca de que la práctica o aplicabilidad se puede condensar en la teoría. Bunge, por ejemplo, distingue entre dos tipos de teorías tecnológicas: las substantivas y las operacionales.

**Substantive technological theories are essentially applications, to nearly real situations, of scientific theories;** thus, a theory of flight is essentially an application of fluid dynamics. Operative technological theories, on the other hand, from the start are concerned with the operations of men and man-machine complexes in nearly real situations; thus, a theory of airways management does not deal with planes but with certain operations of the personnel. Substantive technological theories are **always**<sup>22</sup> preceded by scientific theories, whereas operative theories are born in applied research and may have little if anything to do with substantive theories -this being why mathematicians and logicians with no previous scientific training can make important contributions to them.<sup>23</sup>

Según Bunge, son las teorías tecnológicas substantivas la categoría de teorías en donde se subordina la acción tecnológica a la aplicación del conocimiento científico. (Además en ningún momento Bunge, menciona que este tipo de teorías tecnológicas puedan contar como

---

<sup>21</sup>Véase David Gooding, 1990; Davis Bairs, 2004, Hans Radder, 2003, Nydia Lara, 2016.

<sup>22</sup>Las negritas son mías.

<sup>23</sup> Mario Bunge, "Technology as Applied Science", *Technology and Culture* 7 (1966): 331.

conocimiento, porque siempre dependen en primera instancia del conocimiento científico). Por ejemplo, menciona Bunge, que una teoría sobre el vuelo esencialmente es la aplicación de la dinámica de fluidos. Desde este programa bungeano, el tecnólogo se concentra en indagar respecto a cómo puede aplicar el conocimiento científico (acción racional) en el desarrollo de la tecnología, pero como tal, la aplicación en situaciones reales no cuenta como un tipo de conocimiento.

Por otra parte, para Bunge las teorías tecnológicas operativas, ni siquiera están cercanas a considerarse conocimiento, pues son teorías sobre manejo de personal y sobre relaciones entre las máquinas y los hombres.

Según Bunge, los tecnólogos no se concentran ni en la *verdad* ni en el *fundamento* del por qué sus aplicaciones tecnológicas funcionan. La ciencia rellena ese vacío, pues se centra en la verdad y en el fundamento. No es la intención de esta tesis negar que la ciencia produce conocimiento de cierto tipo. Pero si es mi intención argumentar que el conocimiento científico (a la manera en que lo plantea Bunge) no siempre cumple la función de fundamentar (epistémicamente hablando) ni de guiar al desarrollo tecnológico. Es cierto que la tecnología se centra en valores como la eficacia y la eficiencia. No obstante, esto no niega la posibilidad de que produzca un particular tipo de conocimiento.

### ***c) La concepción de la ciencia como guía de la tecnología***

En su artículo Bunge sostiene que la aportación principal de la ciencia al desarrollo tecnológico es una base de reglas y normas que funjan como directrices de la práctica. “In applied science a theory is not only the summit of a research cycle and a guide to further research; it is also the basis of a system of rules prescribing the course of optimal practical action”.<sup>24</sup> Es decir, el tecnólogo debe ser un usuario de la investigación científica pues ahí es dónde encontrará las reglas que permitan el óptimo desarrollo de la práctica.

The study of rules—the grounded rules of applied science is therefore central to the philosophy of technology. A rule prescribes a course of action; it indicates how

---

<sup>24</sup> Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 330.

one should proceed in order to achieve a predetermined goal. More explicitly, a rule is an instruction to perform a finite number of acts in a given order and with a given aim.<sup>25</sup>

Antes mencioné que Bunge tiene la intención de dar sustento al desarrollo de la tecnología contemporánea y con ello de paso descarta lo que considera tecnología precientífica. Su postura es demasiado estrecha. Me refiero a que Bunge considera que el desarrollo tecnológico consiste en ir de un punto “A” a un punto “B” y que para optimizar la ruta entre estos dos puntos el tecnólogo debe seguir una regla o ley científica. Esta idea de estimar al tecnólogo a la manera de un cocinero que debe guiarse por una receta para realizar el mejor platillo será uno de los problemas fundamentales de Bunge como veremos a continuación.

#### ***d) La acción práctica como mera ejecución***

Para Bunge las acciones por sí mismas no son capaces de conferir conocimiento. Esto se debe a que la racionalidad de la acción debe proceder de una metodología particular. Esta especie de *criba* la he mencionado antes, pero es pertinente traerla a colación, “A whole cycle must be performed before anything comes out from practice: Practice -> Scientific Problem -> Scientific Research (statement and checking of hypotheses) -> Rational Action”.<sup>26</sup> Desde el punto de vista de Bunge lo que distingue una acción racional de una irracional, es el tipo de fundamento que la sustenta.

Me permito reiterar la idea que Bunge tiene respecto al desarrollo tecnológico. Ir del punto “A” al punto “B”. Siendo “A” la necesidad y “B” el objeto o dispositivo que satisface dicha necesidad. ¿Cómo llegar de “A” a “B” en la menor cantidad de pasos posibles? ¿Cómo obtener los mejores resultados? Para Bunge la respuesta se encuentra en el conocimiento científico, pues este tipo de conocimiento, además de ser verdadero (o aspirar a ello), permite tener un mejor entendimiento sobre el tipo de acciones que serían adecuadas para el desarrollo de la tecnología, es decir Bunge considera que en una escala de valores la verdad se encuentra por encima de la eficiencia. “The

---

<sup>25</sup> Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 338.

<sup>26</sup> Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 330.

technologist, and particularly the technician, are justified in preferring the simplest of them: after all, they are interested primarily in efficiency **rather than in truth**, in getting things done rather than in gaining a deep understanding of them”.<sup>27</sup>

Sin embargo, el tecnólogo no necesariamente se hace cuestionamientos científicos. Su motivación principal son los resultados. Si la tecnología no cumple con los objetivos que se propone de antemano, se considera inadecuada, inútil o ineficiente, por más que siga los lineamientos de una teoría científica. El ejemplo nuevamente puede ser la termodinámica, donde la teoría del calórico era una bala de cañón para la comprensión del funcionamiento de la máquina de vapor.

No obstante, existe un conflicto que habría que aclarar. Supongamos que un objeto o un dispositivo tecnológico no funciona bien. Con ello me refiero a que es ineficiente o inútil. ¿A qué se debe? ¿A las reglas y leyes que proporciona la ciencia o a un diseño incorrecto? Precisamente a esto se refiere Bunge en el siguiente párrafo: “We see there is no single road from practice to knowledge, from success to truth; success warrants no inference from rule to law but poses the problem of explaining the apparent efficiency of the rule”.<sup>28</sup> Nos enfrentamos a una encrucijada pues, como hago hincapié en el apartado c), si la ciencia guía a la tecnología, ¿acaso la aplicabilidad de las reglas se encuentra contenida de manera implícita dentro de ellas? o ¿de dónde viene su aplicabilidad? Porque, según el esquema de Bunge, las reglas y leyes de la ciencia son la guía para la acción racional. Cualquier acción ajena a ellas sería irracional, pues no procedería de un método científico específico.

Supongamos lo siguiente para ejemplificar este problema. Tengo la intención de aprender a montar bicicleta. Entonces investigo en internet y encuentro un manual de instrucciones respecto a dónde debo colocar mis pies, a cómo debo mantener el equilibrio, etc. ¿Eso sería suficiente para que yo pueda decir que sé andar en bicicleta o hace falta algo más? En el siguiente apartado expondré con más detalle este tipo de problemas.

---

<sup>27</sup>Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 335.

<sup>28</sup>Mario Bunge, “Technology as Applied Science”, *Technology and Culture* 7 (1966): 340.

## Capítulo II

### Hacia otro tipo de conocimiento

Hasta ahora, he expuesto los puntos principales de la visión de Bunge que se pueden reducir a dos temas principales: A) La ciencia como guía del desarrollo tecnológico y B) La ciencia como fundamento del desarrollo tecnológico. Hasta el momento solo he planteado ciertas dudas e interrogantes respecto a la relación entre ciencia y desarrollo tecnológico. En esta sección realizaré un escrutinio de los conceptos de Bunge y construiré algunos argumentos que exploten los puntos débiles e inconsistentes de su explicación. Para elaborar estos argumentos me apoyo en un texto de Gilbert Ryle.

Cuando Ryle escribió: “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, no tenía en mente una teoría sobre la tecnología. Lo que desarrolló fue una teoría sobre el conocimiento práctico y la acción. Desde el título de su artículo intenta desmitificar la idea de que solo el conocimiento proposicional [know that] debe ser considerado como conocimiento.

Ryle considera al conocimiento proposicional como la doctrina predominante en epistemología. Incluso menciona que quizás esta doctrina se pueda remontar hasta Platón y su teoría acerca del alma. Sobre ella Ryle menciona que una de sus características principales es considerar que la **inteligencia** es una facultad especial que se ejercita a través del pensamiento.

Existen varias alusiones acerca del alma a lo largo de todos los diálogos platónicos. Para dar un ejemplo acerca de lo que sostiene Ryle, revise el Fedón. En este texto podemos encontrar la siguiente exposición que Platón pone en boca de Sócrates:

—¿Cuándo, entonces —dijo él—, el alma aprehende la verdad? Porque cuando intenta examinar algo en compañía del cuerpo, está claro que entonces es engañada por él.

—Dices verdad.

—¿No es, pues, al reflexionar, más que en ningún otro momento, cuando se le hace evidente algo de lo real?

—Sí.

—Y reflexiona, sin duda, de manera óptima, cuando no la perturba ninguna de esas cosas, ni el oído ni la vista, ni dolor ni placer alguno, sino que ella se encuentra al máximo en sí misma, mandando de paseo al cuerpo, y, sin comunicarse ni adherirse a él, tiende hacia lo existente.<sup>29</sup>

Según el diálogo, la reflexión es una manera de quitar al cuerpo del medio. De aproximarse a la verdad y a lo real. Porque pareciese que la actividad corporal, es decir, el ejercicio de los sentidos, “nos engaña”. Entonces la reflexión debe ser un tipo de acción no corporal. Esto es a lo que se refiere Ryle cuando ha denominado al pensamiento como el ejercicio de una facultad especial. Sin embargo, y más adelante lo desarrollaré, para Ryle pensar también es un tipo de actividad corporal.

## **Intelectualismo**

Ahora bien, como mencione antes, Ryle considera al “saber qué” como la doctrina prevaleciente respecto al estudio del conocimiento. Cito a Ryle: “The prevailing doctrine (deriving perhaps from Plato's account of the tripartite soul) holds: (1) that Intelligence is a special faculty, the exercises of which are those specific internal acts which are called acts of thinking, namely, the operations of considering propositions (and particularly "regulative" propositions)”.<sup>30</sup>

La idea general de Ryle es que el conocimiento práctico no es reducible o no puede ser contenido en el conocimiento proposicional. Una acción es más que la oración que la describe o la nombra.

---

<sup>29</sup>Platón, “Fedón” en Diálogos III, trads. C. García Cual, M. Martínez Hernández, E. Lledó Iñigo, (Madrid: Gredos, 1988), 42.

<sup>30</sup>Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 1.

Otro punto relevante es que Ryle específicamente crítica la noción acerca de que las acciones pertenecientes al ejercicio de la inteligencia son acciones especiales de carácter no corporal. Cito a Ryle: “Intelligently to do some-thing (whether internally or externally) is not to do two things, one "in our heads " and the other perhaps in the outside world; it is to do one thing in a certain manner.”<sup>31</sup> Pensar o reflexionar son acciones que se pueden realizar bien o mal. Así lo hace notar Ryle cuando sostiene: “That thinking-operations can themselves be stupidly or intelligently performed is a notorious truth which by itself upsets the assumed equation of "exercising intelligence" with 'thinking'. Else "stupid thinking" would be a self-contradictory expression and "intelligent thinking" would be a tautology”.<sup>32</sup> A la vez, estas acciones (pensar o reflexionar) las realiza un cuerpo, porque no es que la mente pertenezca a un espacio privilegiado o que se pueda desprender del cuerpo, como sugiere Platón.

Por otra parte, si bien la crítica de Ryle se refiere explícitamente a la concepción de inteligencia, sus argumentos son útiles para otros tipos de concepciones que intentan **reducir** el conocimiento práctico a **proposiciones regulativas**, como es el caso de la propuesta de Bunge.

¿Cuál es la consecuencia de que el conocimiento proposicional monopolice todas las formas de conocimiento? A esta manera de reducir el conocimiento práctico al proposicional Ryle lo ha denominado ‘intelectualizar’. Esta intelectualización se origina cuando se pretende explicar el conocimiento práctico por medio del conocimiento teórico. El objetivo general de este capítulo es criticar esta idea.

Existen ciertas etiquetas que usamos para calificar a las acciones, como son, por ejemplo, “racional”, “inteligente”, “lista” “torpes” “estúpidas”, etc. Sin embargo, el problema al que nos enfrentamos es el siguiente: ¿Qué se necesita para que una acción sea catalogada como “racional”? Para Bunge, debe existir un proceso previo. Parafraseándolo, nos dice: *nada proviene de la práctica misma*. La acción racional se cataloga como “racional” al ser antecedida por un proceso previo de investigación científica; misma que provee de reglas y leyes sobre el mundo. La intención de Bunge es que los tecnólogos utilicen ese *conocimiento* como guía para sus acciones.

---

<sup>31</sup>Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 3.

<sup>32</sup>Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 2.

En otras palabras, el uso del conocimiento científico es lo que convierte en racionales a las acciones tecnológicas.

Por otra parte, para Ryle, el proceso por el cual las acciones se califican como “racionales” o “inteligentes” no necesariamente dependen de las proposiciones regulativas. El desarrollo de esta postura deriva en la forma de conocimiento práctico que actualmente se conoce como **know-how**.<sup>33</sup> Sobre la teoría de Ryle hablaré a fondo en el capítulo dos. Por el momento basta saber que existe una muy interesante propuesta contraria a la de Bunge.

Regresando a Bunge, su problema es suponer que una acción se convierte en “racional” sólo por medio del proceso científico previo. Desde esta perspectiva es claro que una acción nunca será racional en virtud de si misma. Lo es, digámoslo así, si la acción sigue las normas y las leyes que provee la ciencia. Es decir, los usos prácticos de las normas y las leyes científicas derivan en lo que se conoce como “acciones” racionales o “inteligentes. De lo anterior nace su concepción de la tecnología como ciencia aplicada. Sin embargo, algo que parece olvidar Bunge, es que la **acción** es el núcleo del conocimiento práctico y en mas de un sentido del conocimiento científico que requiere de la experimentación, actividad que se identifica con resolver problemas específicos y con hacer que las cosas funcionen o sucedan como se esperaría que sucedan. Con lo anterior me refiero a que tanto el conocimiento científico como el práctico son maneras distintas de ser conocimiento. Cada uno posee cierta normatividad y características propias.<sup>34</sup> Por ejemplo McCain distingue tres tipos de conocimiento: “These distinct kinds of knowledge are acquaintance knowledge, knowledge-how, and propositional knowledge”<sup>35</sup>. Continuando con McCain lo que denomina ‘saber cómo’ se puede definir de la siguiente manera: “Knowledge-how is different from both acquaintance knowledge and knowledge of facts. It is the sort of knowledge that you

---

<sup>33</sup>Saber hacer o saber cómo serían traducciones aproximadas en español.

<sup>34</sup> En la actualidad todavía existen diversos debates acerca de estos tipos de conocimiento. Respecto a Ryle, su postura se considera radical, ya que considera que todo tipo de conocimiento parte del conocimiento práctico. En cambio, autores como Bengson y Moffett son radicales respecto a que el saber cómo es una variante del saber qué (*know that*). En esta tesis me decanto por una postura moderada, porque considero que existen diversos tipos de conocimientos y que cada uno posee características propias que los hacen distinguibles entre sí.

<sup>35</sup>Kevin McCain, “The Traditional Account of Knowledge” en *The Nature of Scientific Knowledge* (New York: Springer, 2016), 18.



have when you have a particular ability or skill”<sup>36</sup>. En cambio, el conocimiento proposicional, saber qué, o como McCain lo denomina ‘conocimiento sobre hechos’, se define a continuación:

Let us take a closer look at the third kind of knowledge, the sort of knowledge you have of facts. Consider again your knowledge of President Obama. This knowledge consists of knowing facts about the President. You know that Barack Obama is the current President of the United States. You know that he was a senator in Illinois. And so on. This is all propositional knowledge. That is, it is knowledge that you have of particular propositions<sup>37</sup>.

Mi intención en esta tesis es demostrar que el conocimiento práctico no puede ser reducido al conocimiento científico, específicamente a la manera en que lo plantea Bunge.

A continuación, retomaré tres argumentos que Ryle presenta en su texto, que me servirán para examinar este proceso de “intelectualización” que, según Bunge, dota de “racionalidad” a la acción. La intención es exhibir que la ciencia no siempre es una condición necesaria para la existencia de la acción racional y el desarrollo tecnológico.

El orden en el que presentaré los argumentos será el siguiente:

- a) Problema de la regresión de Ryle.
- b) Problema del ajedrecista

## **Problemas del intelectualismo**

Según la doctrina intelectualista, sólo existe un tipo de conocimiento: el teórico o proposicional. El conocimiento teórico o proposicional se justifica por medio de cierta evidencia, buenas razones, experiencia, etc. Según esta misma doctrina las acciones no proveen conocimiento porque no pueden auto-justificarse. Se supone que para que una acción pueda ser catalogada como “inteligente” o “racional”, necesariamente debe estar antecedida por un acto intelectual previo.

---

<sup>36</sup>Kevin McCain, “The Traditional Account of Knowledge” en *The Nature of Scientific Knowledge* (New York: Springer, 2016), 18.

<sup>37</sup>Kevin McCain, “The Traditional Account of Knowledge” en *The Nature of Scientific Knowledge* (New York: Springer, 2016), 18.

Para ejemplificar lo anterior, digamos que se tiene la intención de realizar “A”. Para el “intelectualismo” para que la acción “A” sea racional, antes se debe **reflexionar sobre** cuál es el medio óptimo para realizarla. Después de decidir cuál sería el medio óptimo, a saber, la **proposición regulativa** “p”, “p” se utilizaría para guiar la acción. En resumen, la acción “racional” surge de la consulta y aplicación del conocimiento proposicional.

Dado lo anterior, no existen dos tipos de conocimiento. Solo hay conocimiento y su aplicación. Por lo tanto, quien desee indagar más sobre la acción “racional” o el conocimiento práctico, deberá en primera instancia reflexionar, consultar y ser un usuario del conocimiento teórico.

Asimismo, la concepción intelectualista presupone que la racionalidad del conocimiento práctico es el efecto de proposiciones regulativas. Hay diferentes vías para demostrar que la visión intelectualista es errónea, donde una de ellas consiste en darse cuenta de que existe un hueco conceptual en la manera de establecer cuando una acción es racional y cuando no.

### **El problema de las acciones ‘teóricas’ (regresión de Ryle)**

Como he mencionado antes, existen diversas etiquetas que utilizamos para referirnos a las acciones. Siguiendo la tesis intelectualista, una acción solo adquiere una de dichas etiquetas (supongamos racional), en virtud de un proceso previo (considerar y guiarse por medio de proposiciones regulativas). Para Ryle si seguimos la tesis intelectualista, este proceso previo tiene la función guiar la acción. Si aceptamos esta tesis, entonces ninguna acción sin este proceso previo puede ser catalogada como racional o inteligente. Esto significa que para los defensores del intelectualismo una acción se guía a través de la reflexión, consulta y aplicación de proposiciones regulativas. *Grosso modo* esto sucede de la siguiente manera: Acción → Operación sobre consideración de proposiciones regulativas → Acción racional.

Pero, en las palabras de Ryle, resulta que: “If the intelligence exhibited in any act, practical or theoretical, is to the occurrence of some ulterior act of intelligently considering regulative propositions, no intelligent act, practical or theoretical, could ever begin”.<sup>38</sup>

El problema es el siguiente: ¿el proceso previo que menciona Bunge (considerar y aplicar proposiciones regulativas) es capaz de cumplir con la función de guiar a la acción? El punto de Ryle es que *reflexionar, considerar, pensar o teorizar* son acciones que no pertenecen a una categoría especial de acciones, ellas son acciones como cualquier otras. La situación que Ryle plantea respecto a estas acciones es que se pueden realizar correcta o incorrectamente, con habilidad o con torpeza. El problema para el ‘intelectualista’ es que considera que este tipo de acciones *teóricas* son las que cargan con el peso de convertir las acciones en acciones racionales o inteligentes, cuando ellas mismas pueden ser pobremente realizadas. Esto es lo que plantea Ryle: si una acción *d* depende de otra acción racional para ser racional, la acción anterior *c* que guía a *d* previamente tendría que ser racional, pero si dicha acción *c* es racional, entonces a la vez depende de otra acción racional *b* para ser racional y así infinitamente. Entonces como ninguna acción puede ser racional sin depender de otra, de ahí la conclusión de Ryle de que ninguna acción racional puede ser realizada nunca.

### **Conclusión:**

La tesis ‘intelectualista’ sostiene que una acción es racional en virtud del proceso previo que la antecede. Sin embargo, existen elementos de este proceso previo que también son acciones, como son *crear o consultar* proposiciones regulativas; *guiarse* por medio de proposiciones; *reflexionar* entre proposiciones regulativas. Para Ryle estas acciones *crear, consultar, guiar, reflexionar* acerca de proposiciones regulativas no pertenecen a alguna categoría especial de acciones, en la epistemología de Ryle pueden hacerse bien o mal, correcta o incorrectamente.

---

<sup>38</sup> Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 2.

La regresión de Ryle se presenta entonces al intentar cumplir la tesis intelectualista: Si una acción “d” depende de una acción “c” para ser racional, a la vez la acción “c” dependerá de una acción “b” para ser racional. Sin embargo, este proceso tendría que repetirse infinitamente, pues “b” también dependería de una acción “n” para ser racional. En este sentido el argumento de Ryle es radical ya que niega que siguiendo la doctrina intelectualista existan acciones racionales, pues si cada acción depende de un proceso previo para ser racional, pero a la vez dentro de este proceso previo es necesario ejecutar otras acciones, ninguna acción racional podrá ser ejecutada nunca.

### **El problema del ajedrecista**

El siguiente argumento expone la incapacidad del ‘intelectualismo’ para dar cuenta de en qué consiste que una acción sea racional o inteligente. Ryle lo denomina *el problema del ajedrecista*. Con el argumento previo hemos visto que ninguna acción racional puede ser ejecutada según los criterios de la tesis ‘intelectualista’, porque no es claro de qué manera se podría evitar la regresión de Ryle. En aras del siguiente argumento, supongamos que es posible que las proposiciones regulativas puedan guiar a las acciones prácticas.

El argumento es el siguiente: en una partida de ajedrez se enfrentan un ajedrecista novel y uno con cierta experiencia. Con experiencia me refiero a que conoce los movimientos de las piezas, ciertas posiciones ventajosas, etc. En cambio, el novel, no sabe aplicar las reglas del ajedrez, o valorar qué jugada es más conveniente según el transcurso del juego. Partiendo de los principios del ‘intelectualismo’ lo que el jugador novel necesita es aprender las máximas y las reglas del ajedrez. Es decir, las proposiciones regulativas que rigen el juego. Este proceso de aprendizaje hará que el jugador novel *aprehenda* dichas proposiciones y que después sea capaz de escoger, por medio de su inteligencia, cuál es la más conveniente al jugar.

Sin embargo, el problema estriba en lo siguiente: conocer una regla, no presupone saber cómo ejecutarla. Es decir, yo puedo saber cómo se mueven las piezas, entender que existen movimientos mejores que otros que pueden ser decisivos para ganar la partida y, aun así, no saber de qué

manera aplicar ese conocimiento cuando es necesario. En este punto, el intelectualista podría objetar que el jugador novel no ha *adquirido* las máximas que requiere para jugar, pero Ryle anticipa esta objeción diciendo:

The intellectualist (as I shall call him) might defend his case by objecting that the stupid player did not “really” or “fully” know these truths. He had them by heart; but this was perhaps just a set of verbal habits, like the school-boy’s rote-knowledge of the multiplication-table. If he seriously and attentively considered these truths he would then be or become a clever player. Or, to modify the suggestion to avert an obvious rejoinder, if he seriously and attentively considered these truths not just while in bed or while in church but while playing chess, and especially if he considered the maxim relevant to a tactical predicament at the moment when he was involved in that predicament, then he would make the intelligent move.<sup>39</sup>

Existen dos puntos en contra de la respuesta intelectualista: en primer lugar, el saber las reglas del juego no hace al jugador novel inteligente. Saber una regla, no presupone saber cómo ejecutarla. Es fácil imaginar el escenario donde el jugador novel sabe a la perfección las máximas, o puede consultarlas y, aun así, no posee la habilidad para aplicarlas cuando sea necesario. En segundo lugar, si por suerte aplica la regla adecuada en el momento preciso, difícilmente podrá entender qué es lo que ha hecho; será muy difícil para él repetir la acción en circunstancias similares sin más experiencia.

Existen dos elementos que el ‘intelectualismo’ no está considerando y que son vitales para el conocimiento práctico: la experiencia y el saber emplear el conocimiento en cierto tipo de contextos. Ryle dice: “In other words it requires intelligence not only to discover truths, but also to apply them, and knowing how to apply truths cannot, without setting up an infinite process, be reduced to knowledge of some extra bridge-truths”.<sup>40</sup> En específico este comentario de Ryle es relevante para los defensores de **teorías no reduccionistas de la acción**, pues señala que al hacer depender la acción práctica de proposiciones regulativas se pierden los usos y contextos en los que

---

<sup>39</sup>Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 5.

<sup>40</sup>Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 6.

precisamente se descubren las proposiciones regulativas, así como cómo aplicarlas o qué hacer con su contenido proposicional. Por ejemplo, en el ajedrez, el *contexto* es la **posición** en la que se encuentran las piezas de los jugadores. La posición es la que establece la gama de movimientos a realizarse; la experiencia y el conocimiento del juego es lo que guía a los jugadores a obtener mejores o peores resultados.

A continuación, presento un esquema de este problema:

Una acción es racional, según Bunge, sí:

- Posee un acto intelectual previo
- El acto intelectual previo consiste en reflexionar, consultar y en guiarse por medio de proposiciones regulativas.

Sin embargo:

- Actuar racionalmente para el intelectualista engloba dos actos distintos.
- En primer lugar, **seleccionar** proposiciones regulativas, es decir, distinguir entre A y B, donde A y B son proposiciones regulativas que pueden emplearse para realizar una acción.
- Segundo, saber cómo y cuándo aplicar A o B en determinado contexto j.

Los problemas que se plantean son los siguientes:

- Para Bunge, primero hay que seleccionar una proposición regulativa valiosa para resolver un problema. El uso de esa proposición regulativa garantiza que la acción resultante sea racional. Sin embargo, en el mundo real es inverso: los resultados son los que le otorgan la etiqueta de inteligente a la acción. Es decir, una acción es inteligente en virtud de sus resultados<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup>En epistemología esto puede ser controversial, sin embargo, sobre esto existen varias posturas, por ejemplo, Ryle menciona que no podemos entrar en las mentes de los sujetos, y que si así fuera de todos modos no sabemos si lo que ellos creen que son buenas razones en realidad están impulsando sus acciones. Entonces Ryle construye su epistemología a través del comportamiento de los sujetos, si un sujeto demuestra por medio de su comportamiento que es hábil, inteligente, capaz (estos términos los llama epítetos de inteligencia) de hacer "x" eso significa que dicho

- El problema con la manera en que Bunge plantea el desarrollo de la tecnología es como ocurriendo en un laboratorio mental.
- Las proposiciones regulativas no son suficientes para guiar la acción. Como en el ejemplo del ajedrecista, uno puede conocer las reglas y la teoría del asunto en cuestión y, aun así, necesitar algo más. Particularmente me refiero a la experiencia y al uso de contextos.

En conclusión:

- Que exista un proceso intelectual previo no garantiza que el sujeto pueda llevar a cabo una acción racional.

### **Conclusión**

Los objetivos del argumento del ajedrecista son, en primera instancia mostrar la insuficiencia de la explicación ‘intelectualista’ para dar cuenta de la racionalidad de una acción y en segunda instancia demostrar que poseer conocimiento teórico sobre “x” no implica la capacidad de hacer racionalmente “x”, es decir el conocimiento teórico es de un tipo y el conocimiento práctico (*know how*) es de otro. Aunque las proposiciones regulativas se usen como guías de las acciones prácticas, no existe garantía de que el acto posterior será inteligente o racional. Como he mencionado antes, recitar una regla no significa conocer más acerca de la regla que lo ya contenido en ella. Tal es el caso que, aun conociendo las reglas de inferencia, no se sepa cómo aplicarlas para inferir la verdad de las premisas a la conclusión. “Knowing a rule of inference is not possessing a bit of extra information but being able to perform an intelligent operation. Knowing a rule is knowing how. It is realised in performances which conform to the rule, not in

---

sujeto posee una disposición o una habilidad para hacer "x", y no necesitamos más prueba (en el sentido de razones) que su desempeño (aunque también en el desempeño se suele incluir la experiencia y el criterio de los sujetos, es decir, a lo largo del tiempo un sujeto puede desarrollar experiencia y esto ayudar a sus acciones). Este sería el sentido que yo estaría usando para decir que una acción es inteligente en virtud de sus resultados.

theoretical citations of it”.<sup>42</sup> Para tener una buena ejecución hace falta experiencia y saber cómo reaccionar en cierto tipo de contextos.

## Conclusiones generales

Hemos revisado dos argumentos que muestran la incapacidad del intelectualismo para convencernos de que las acciones racionales o inteligentes necesariamente dependen de una norma, regla o proposición regulativa para serlo. Las proposiciones regulativas han resultado una opción muy tentadora para quien tenga como objetivo hacer depender a la tecnología del conocimiento científico. Sin embargo, un error en el que cae Bunge, así como muchos otros filósofos también, es intelectualizar la acción y omitir que también las acciones, como lo menciona Ryle, pueden ser torpes o hábilmente realizadas.

El primero de los argumentos, la regresión de Ryle, sirve para mostrar que si se sigue la tesis ‘intelectualista’ en última instancia ninguna acción puede ser catalogada como racional. Esto porque implícitamente el ‘intelectualista’ presupone una división entre acciones teóricas y acciones prácticas, en donde las acciones teóricas pueden guiar a las prácticas. Sin embargo, como menciono en el párrafo de arriba, las acciones teóricas no por ser teóricas siempre serán realizadas de manera correcta, también lo pueden ser de manera incorrecta, por lo cual, si una acción teórica es incorrecta, se sigue que no es racional. La regresión de Ryle se presenta entonces al intentar aplicar seriamente la tesis intelectualista. Si cada acción depende de un proceso previo para ser racional, pero a la vez dentro de este proceso previo es necesario ejecutar otras acciones, ninguna acción racional podrá ser ejecutada nunca. Finalmente, la intención de este argumento es mostrar que la tesis ‘intelectualista’ no funciona ni siquiera de manera conceptual. Que no funcione de manera conceptual en este caso significa que cuando se piensa en la estructura de la tesis de Bunge, respecto a que la acción racional proviene de la teoría, esta tiene problemas para explicar de qué manera se respalda el conocimiento teórico sin depender de ningún tipo de acción, esto claro si aceptamos la tesis de Ryle acerca de que las actividades intelectuales (teorizar, pensar,

---

<sup>42</sup> Gilbert Ryle, “Knowing How and Knowing That: The Presidential Address”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 46 (1945-1946): 7.



etc.) también son acciones y pueden ser correctas o incorrectas. A lo que apunta Ryle es: ¿De dónde provienen las reglas? Y su respuesta sería, de la acción. Aunque claro, Ryle es un pensador radical respecto a la acción (esto no lo discuto en la tesis porque me parece otro tipo de cuestión) yo en cambio, considero que existen diversos tipos de conocimiento con sus características y campos de aplicación.

Por otra parte, el segundo argumento, el del ajedrecista tiene la intención de exhibir que, aunque las acciones se guíen por medio de proposiciones regulativas, no existe garantía de obtener resultados satisfactorios. En el caso del jugador novato de ajedrez, aunque conoce las reglas y las máximas, hace falta algo más para que pueda ser considerado un buen jugador. Tener experiencia y saber cómo actuar en distintos contextos del juego.

De los dos argumentos anteriores podemos recabar la siguiente información. En primer lugar, que el conocimiento proposicional no es suficiente para guiar a la acción práctica. En la mayoría de los casos la acción practica no puede ser condensada en una proposición regulativa, debido a que el éxito práctico implica factores como la experiencia y el uso de contextos. En segundo lugar, siguiendo a Ryle son los resultados, el éxito, lo que le otorga la etiqueta de “racional” “eficiente” “hábil” a las acciones. A continuación, examinaremos la idea de que: la experiencia no sirve para nada si no ayuda a tener buenos resultados, pues, ¿de qué sirve tener experiencia con resultados pésimos? Ahora bien, los resultados son el indicador de que algo se está haciendo bien. Con ello me refiero a que la acción práctica posee normatividad. Existe lo correcto y lo incorrecto, lo eficiente y lo ineficiente, así que debe existir algo que los distinga, algo tangible y medible para poder juzgar que una acción es o no racional. De hecho, del éxito de nuestras acciones derivamos las leyes y las normas y no al revés, como nos lo quieren hacer creer los intelectualistas tipo Bunge.

## Capítulo III

### Estructura y naturaleza del conocimiento tecnológico

*The dull reasoner is not ignorant; he is inefficient.*

*Gilbert Ryle*

#### Introducción

En el capítulo anterior presenté dos posturas respecto a si la tecnología es una fuente de conocimiento. La propuesta encabezada por Bunge, propone negar que la tecnología sea conocimiento, y postula que la tecnología consiste en la aplicación del conocimiento científico. Para demostrar que esto podía conducir a diversos errores conceptuales desarrollé diversos argumentos en contra. Si bien es cierto que con un argumento bastaría para mostrar las deficiencias de la propuesta de Bunge, la intención de desarrollar dos argumentos es mostrar puntos débiles en varios aspectos de la propuesta de Bunge.

En el segundo capítulo de esta tesis, abordaré la segunda postura respecto a la tecnología como fuente de conocimiento. Inicialmente el debate acerca de la tecnología versa sobre qué tipo de actividad es la tecnología y qué produce. Para algunos autores como Skolimowski, Kline o Mitcham la tecnología además de producir dispositivos **también produce conocimiento**. Kline sostiene: “The information, skills, processes, and procedures for accomplishing tasks: possible denotation: KNOWLEDGE, TECHNIQUE, KNOW HOW, OR METHODOLOGY in the usual sense of these words”.<sup>43</sup>

Carl Mitcham sostiene que la tecnología es como una clase específica de conocimiento (el saber tecnológico). En la definición de Kline los conceptos son tan diversos que podrían incluso ser problemáticos, sobre todo como lo pueden ser: “conocimiento” y “técnica”, o “conocimiento” y “saber cómo”, esto lo remarco para mostrar la existencia de un contraste entre la asociación del conocimiento con la técnica, que es un concepto a la vez ligado a cierto tipo de actividades de

---

<sup>43</sup> Stephen J. Kline, “What is technology” *Bulletin of Science Technology & Society* 5 (1985): 216.

índole muy específico, técnicas tecnológicas o musicales por ejemplo, pero en otras ocasiones se asocia con saber cómo (conocimiento de habilidades) que si bien puede implicar técnica, también implica una gama más amplia de actividades que no creo se consideren técnica, como la habilidad para contar buenos chistes. Esta asociación me parece se debe a que, en realidad, la tecnología comparte ciertos límites con cada uno de estos conceptos. Me refiero entonces a que, por ejemplo, la tecnología sí implica cierto tipo de *saber cómo*, pero no toda ella puede ser explicada a través de ese concepto. Así como tampoco puede ser explicada en su totalidad como un proceso teórico.

Debido a la posible confusión que pueden provocar esta diversidad de conceptos para definir a la tecnología, he desarrollado una concepción propia para describir la naturaleza de la tecnología. Una de las labores de la filosofía respecto a la tecnología, debe corresponder a analizar su estructura desde una perspectiva epistemológica. Esto con dos objetivos: en primer lugar, estudiar qué tipo de conocimiento es la tecnología y, segundo, cuáles son las características que la conforman.

Un autor que utilizaré para indagar acerca de la naturaleza de la tecnología es Henryk Skolimowski quien considera que la tecnología es una forma de conocimiento distinta a la ciencia. Esta diferencia es analizable a través de la distinción entre dos tipos de progreso, el *tecnológico* y el *científico*.

Para Skolimowski la tecnología es el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten diseñar, crear y mejorar dispositivos, procesos y sistemas que satisfacen necesidades humanas. “Progreso tecnológico” es un concepto que se considera problemas y cuestiones relacionadas al ámbito práctico y técnico, que para Skolimowski incluye cuestiones relacionadas con el conocimiento y la realidad. Para Skolimowski, la diferencia entre ambos tipos de progreso estriba en que el conocimiento científico se centra en la comprensión del mundo, mientras que el conocimiento tecnológico se centra en la modificación del mundo.

En la propuesta de Skolimowski que yo recupero para poder laborar mi propuesta acerca de las características del conocimiento tecnológico, el progreso tecnológico sirve también para expresar la manera en que se desarrolla la tecnología, entendida en términos de la creación de mejores dispositivos. Un ejemplo de cómo se diversifica la tecnología es la manera en que se estructuran

las carreras de ingeniería en los diversos centros de estudio. La intención es mostrar como la tecnología es *task specific*, mientras la ciencia se divide por temáticas, la tecnología por cosas a resolver.

Posteriormente, describiré conceptualmente la manera en que la tecnología se desarrolla, a través de **estructuras tecnológicas**. Existen cierto tipo de conceptos que sirven bien para describir la especificidad de la actividad tecnológica y de sus diversos tipos de estructuras (por ejemplo, el diseño es una actividad tecnológica con un tipo de estructura tecnológico particular), como son los siguientes:

- **Objetivos:** Los objetivos de un desarrollo tecnológico definen lo que se pretende lograr con él.
- **Especificaciones:** Las especificaciones son las características que deben cumplir los dispositivos y procesos para alcanzar los objetivos.
- **Procesos:** Los procesos tecnológicos son las actividades que se llevan a cabo para diseñar, crear, producir y mejorar los dispositivos tecnológicos.
- **Dispositivos:** Los dispositivos tecnológicos son los artefactos físicos que se utilizan para realizar tareas específicas.

Al final de esta sección describiré cuáles son los diferentes tipos de conocimiento que producen los tecnólogos e ingenieros para realizar su labor. Si bien el conocimiento tecnológico se caracteriza por enfocarse en la resolución de labores prácticas, los tecnólogos suelen emplear tanto conocimiento teórico o proposicional, proposiciones sobre el mundo, (especificaciones-necesidades) y su contraparte fáctica, el diseño y elaboración de dispositivos, actividades que implican modificar el mundo de acuerdo con tareas específicas (algunas de ellas relacionadas con el *know-how*) y también otras que en diversos casos implican la traducción de las necesidades teóricas a tareas procesos y funciones que deben desempeñar los dispositivos.

En la segunda parte analizaré un aspecto que me parece problemático en el concepto de progreso tecnológico de Skolimowski y que podría mejorarse. Me refiero a la eficacia. El concepto de Skolimowski prioriza hacer eficaces a los dispositivos, y en este sentido la tecnología provee el

medio hacerlos mejores, pero también creo que el progreso tecnológico no debe limitarse a hacer que los dispositivos sean más eficaces, sino que también deben implicar un mayor control sobre los procesos tecnológicos y las decisiones involucradas en la creación de dispositivos tecnológicos.

Para lograr lo anterior, introduzco una serie de conceptos para estudiar de manera más minuciosa a la eficacia. En primer lugar, para resolver la pregunta respecto a: ¿En qué consiste que un dispositivo o proceso tecnológico sea exitoso? Es necesario revisar los valores relacionados con la **eficacia** (capacidad de un dispositivo para tener éxito). Para ello utilizo el concepto de fiabilidad, entendida como una disposición o propensión intencional que se asocia con la capacidad de un proceso o dispositivo para cumplir con su función de manera exitosa, predecible y no accidental. Si bien es cierto que el conocimiento tecnológico y el conocimiento disposicional (saber cómo) son distintos, el análisis que realiza Katherine Hawley respecto al éxito contrafactual ayuda a entender en qué consiste que algo (una acción en su caso, pero en el de la tecnología puede ser un objeto o un proceso) sea exitosa y esto lo incorporaré para estudiar el éxito contrafactual en tecnología.

El segundo aspecto que incluiré será el concepto de racionalidad. La racionalidad en algunas ocasiones se define como la capacidad de dar razones para explicar las acciones tomadas. Exploraré dos tipos de racionalidad: la racionalidad por consenso social y la racionalidad instrumental. La primera implica la consideración de valores no técnicos en la toma de decisiones tecnológicas, mientras que la segunda se centra en la eficacia y la eficiencia de los procesos tecnológicos.

En tercer lugar, revisaré dos conceptos, la direccionalidad e intencionalidad que serán relevantes para la correcta comprensión y estudio de la eficiencia.

- **Direccionalidad:** Se refiere a la definición de las características y especificaciones que un dispositivo tecnológico debe cumplir para llevar a cabo su función de manera efectiva. Establece un plan general de desarrollo y orienta los procesos tecnológicos hacia objetivos específicos. Una buena dirección en el diseño tecnológico es esencial para evitar un

desempeño errático y desperdicio de recursos en la creación o mejoramiento de dispositivos<sup>44</sup>.

- **Intencionalidad:** Este concepto se relaciona con la intención detrás del desempeño de un dispositivo tecnológico. Aunque los dispositivos no tienen intenciones como los seres humanos, su diseño y desempeño son intencionales en el sentido de que se eligen acciones y medios específicos para lograr un objetivo. La intencionalidad implica la selección cuidadosa de opciones dentro del proceso de diseño tecnológico para mejorar o crear dispositivos de manera deliberada.

La eficiencia tendrá la función de explicar en qué consiste controlar (dirección e intención) los procesos tecnológicos, así como los procesos funcionales de un dispositivo, mientras que la eficacia tendrá la función de evaluar si los procesos tecnológicos y los dispositivos cumplen con la función deseada. Lo anterior subyace en dos pilares: el primero, que los objetos tecnológicos cumplan con la función para la cual se han diseñado (eficacia) y, segundo, que funcionen de acuerdo con la manera en que se ha planeado, es decir que exista control sobre su desempeño (eficiencia).

Es decir, la eficacia busca encontrar el camino adecuado para resolver un problema; mientras que la tarea de la eficiencia es encontrar el mejor camino posible dentro de los caminos ya adecuados. En este contexto, conceptos como la direccionalidad y la intencionalidad, son esenciales para guiar el diseño tecnológico hacia el mejor cumplimiento de sus objetivos, considerando las condiciones cambiantes y las necesidades específicas.

Finalmente, en el último apartado de este capítulo expondré el fenómeno de la convergencia y un ejemplo de ella. La convergencia se refiere a la interrelación entre diversas disciplinas, en este caso particular, me concentro en la existente relación entre la ciencia y la tecnología, donde ambas

---

<sup>44</sup> En particular mencionó la etapa de diseño porque en la bibliografía que he consultado es una parte crucial y distintiva de la tecnología, en gran medida porque un buen diseño consiste en establecer las características del dispositivo y cómo se deben desarrollar.

disciplinas (en el sentido en que cada una tiene un campo específico de actividades) colaboran para abordar problemas y crear nuevos conocimientos, tecnologías y productos.

Mihail Rocco y William Sims, quienes son los principales promotores de la tesis de la convergencia, destacan que la colaboración multidisciplinaria permite una mejor comprensión de la naturaleza y la solución de problemas complejos. Presento también un caso que servirá para entender mejor cómo funciona la convergencia, la cual es un área reciente de estudio y su intención es mostrar cómo se interrelacionan dos o más disciplinas del conocimiento para crear tanto nueva tecnología como nuevo conocimiento.

El caso de Tal Goleworthy, un ingeniero que aplicó sus conocimientos sobre calderas y tuberías para desarrollar un dispositivo médico innovador que trató con éxito su propia condición médica, ilustra cómo la convergencia puede llevar a soluciones creativas y cómo diferentes disciplinas aportan conocimientos complementarios para abordar problemas comunes.

## **La naturaleza de la tecnología**

Para entender la naturaleza de la tecnología, voy a retomar el trabajo de Henryk Skolimowski “The Structure of Thinking in Technology”. De acuerdo con Skolimowski la tecnología es una forma de conocimiento distinta al de la ciencia. Sin embargo, también acepta que se encuentra íntimamente relacionado con ella. Para estudiar la relación entre ambas áreas del conocimiento Skolimowski postula distinguir entre “progreso científico” y “progreso tecnológico”.

Cito a Skolimowski:

Attempts that aim at reducing technology to the applied sciences fail to perceive the specific problem situation inherent in technology. Although in many instances certain technological advancements can indeed be accounted for in terms of physics or chemistry, in other words, can be seen as based on pure science, it should not be overlooked that problem was originally not cognitive but technical

(...) Problems thus are investigated *not* with an eye to increasing knowledge but with an eye to a solution of a technical problem.<sup>45</sup>

La intención de Skolimowski es comprender qué es el “progreso tecnológico”. Esto es, enfocándose en mejorar procesos altamente selectivos en orden de cumplir con un objetivo específico, sin la intención de acrecentar el conocimiento. “In technology we produce artifacts; we provide means for constructing objects according to our specifications. (...) The growth of technology manifest itself precisely through its ability to produce more and more diversified objects with more and more interesting features, in a more efficient way”.<sup>46</sup>

Por otra parte, para Skolimowski el “progreso científico” implica el constante mejoramiento de las teorías científicas y su reemplazo por otras mejores. “The objective underlying this endless succession of theories is the increase of knowledge. The pursuit of knowledge (...) has been and still is the most important aim of science”.<sup>47</sup>

Tanto el concepto de “progreso científico” como “progreso “tecnológico” son incompatibles por la naturaleza misma de ambas disciplinas. Siguiendo nuevamente a Skolimowski: “In science we *investigate* the reality that is given; in technology we *create* a reality according to our designs”.<sup>48</sup> El progreso tecnológico se expresa a través de mejores artefactos, con mejores diseños y con medios más eficientes y con menos uso de energía para su producción.

A esto también se refiere Kroes con lo siguiente: “Además, al ser una actividad productiva, la tecnología enfrenta problemas que no afectan al científico básico, como los relativos a la factibilidad, la confiabilidad y la eficiencia de los inventos, a la relación costo-beneficio, etc., para los que la ciencia no ofrece soluciones listas”. La ciencia, en este sentido, no ofrece *soluciones listas*, porque se enfoca en comprender el mundo y la tecnología se enfoca en modificarlo. A esto hace alusión Cupani: “A su vez, los tecnólogos desarrollan teorías de aplicación limitada, porque – y aquí notamos otra diferencia – el conocimiento tecnológico es específico para una determinada

---

<sup>45</sup> Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 373.

<sup>46</sup> Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 374.

<sup>47</sup> Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 374.

<sup>48</sup> Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 374.



tarea”<sup>49</sup>. En este sentido la tecnología busca crear o modificar, y si es necesario descubrir e inventar.

Otro aspecto llamativo, y que por ello no debe ser infravalorado, es que tarde o temprano los progresos tanto en ciencia como en tecnología resultarán en beneficios para ambas. Si un tipo de tecnología mejora, digamos, por ejemplo, en el pulimiento de lentes para telescopio, sus beneficios impactan el progreso científico y, también, una mejor comprensión del mundo por parte de las teorías científicas, pueden lograr que la tecnología avance. En la actualidad, y esto es algo que desarrollaré más adelante, este fenómeno se denomina **convergencia**.

Separando a la tecnología de la ciencia podemos percibir su estructura con mayor claridad y la manera cómo funciona. En general la tecnología cumple la función de proveer soluciones de índole práctica y con esto me refiero, a soluciones a las necesidades humanas “We *create* a reality according to our designs”.<sup>50</sup> Así pues, una de las características primarias de la tecnología es *resolver* las necesidades humanas *modificando* el mundo creando dispositivos, artefactos y fenómenos tecnológicos, como, rayos láser, ondas de radio, microondas, etc.

Sin embargo, la gama de necesidades es muy amplia, por lo cual así también la diversificación de la tecnología. Con ello me refiero a que cada disciplina tecnológica tiene una meta principal. “In general, it seems to me that specific branches of learning originate and condition specific modes of thinking, develop and adhere to categories through which they can best express their content and by means of which they can further progress”.<sup>51</sup> Por ejemplo, en la ingeniería cada tipo de ingeniero tiene una formación específica de acuerdo con las labores que realizarán.

A continuación, recorro a las diversas carreras de ingeniería que se imparten en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para ejemplificar cómo se intenta esquematizar la enseñanza a nivel tecnológico. Aunque claro, que la intención sea especializar a los ingenieros en determinadas áreas, esto no significa que posteriormente, en la práctica, estos conocimientos no se interrelacionen.

---

<sup>49</sup> Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, *SCIENTIÆ Studia* 4 (2006): 356.

<sup>50</sup>Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 374.

<sup>51</sup>Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 378.

- Ingeniería Aeroespacial
- Ingeniería Civil
- Ingeniería Geomática
- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Geofísica
- Ingeniería Geológica
- Ingeniería Petrolera
- Ingeniería de Minas y Metalurgia
- Ingeniería en Computación
- Ingeniería Eléctrica Electrónica
- Ingeniería en Telecomunicaciones
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería en Sistemas Biomédicos

Cada una de estas áreas tiene una línea específica de desarrollo tecnológico, un proceso histórico de desarrollo y un progreso actual o, como lo especifica Cupani: “el conocimiento tecnológico está “especificado por la tarea” (*task specific*)”<sup>52</sup> para los fines de esta tesis, esto es relevante para indicar la diferencia entre la ciencia y la tecnología, la ciencia se divide por temáticas, mientras que la tecnología por tareas a resolver. Asimismo, la gran mayoría de los avances tecnológicos comparten las mismas intenciones: mejorar la efectividad. Para Skolimowski, la tecnología siempre ha tenido interés en crear y mejorar los objetos y los fenómenos que se producen con esos objetos: “Technological progress thus could be described as the pursuit of effectiveness in producing objects of a given kind”.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup>Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, *SCIENTIÆ Studia* 4 (2006): 356.

<sup>53</sup>Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 376.

## Estructuras tecnológicas

A continuación, desarrollaré nociones como son: el *modo de resolución*, las *especificaciones*, los *objetivos*, y finalmente la *eficacia* y la *eficiencia*, para estudiar la manera conceptual de cómo funciona la tecnología. Esto con la intención de entender mejor su estructura.

Usualmente, ningún desarrollo tecnológico, independientemente de la motivación que lo origine, está exento de dificultades y conflictos. Lo normal en el mundo ingenieril es establecer un **plan de acción**. Esto significa adoptar un *modo de resolución*, que implica establecer un orden de los procesos y subprocesos que se deben llevar a cabo para elaborar un dispositivo tecnológico.

El tecnólogo convierte los objetivos en un listado de especificaciones que deben cumplir los procesos. Ahora bien, una característica medular de la labor de la tecnología es traducir necesidades a especificaciones requeridas y después a dispositivos capaces de realizar la o las tareas para lo que fueron diseñados. Son los objetivos los que trazan el camino para el tecnólogo. Cito a Cupani: “los modelos tecnológicos se diferencian porque las variables a ser consideradas e incorporadas al modelo vienen dictadas por la meta a alcanzar”.<sup>54</sup> Si un grupo humano tiene la necesidad de desplazarse de un lugar a otro se crean maquinas o dispositivos por medio de los cuales desplazarse; caminos, calzadas, puentes, túneles, etc. Se crea así una “realidad” de acuerdo con nuestras necesidades. El ingeniero o el tecnólogo no tienen la intención de explicar la realidad, se proponen controlarla y usarla para construir algo nuevo e inexistente en la naturaleza.

También habría que añadir que la lista de especificaciones es siempre *actualizable* pues en muchas ocasiones es indispensable añadir o quitar especificaciones para cumplir con determinados **objetivos**. Si un proceso no es eficaz, se puede sustituir. Asumo, pues, que para ello el ingeniero debe *decidir* qué características son más fundamentales que otras. La meta fundamental de todo desarrollo tecnológico es resolver un problema o cubrir una necesidad.

Existen dos conceptos que son útiles para entender la manera en que los ingenieros y tecnólogos solucionan sus problemas. En primer lugar, la *eficacia*, que sirve para establecer si un proceso es exitoso y, en segundo lugar, la *eficiencia*, que permite evaluar si un proceso es controlable. Lo

---

<sup>54</sup>Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, SCIENTIÆ Studia 4 (2006): 357.

anterior subyace en dos pilares: el primero, que los objetos tecnológicos cumplan con la función para la cual se han diseñado y, segundo, que funcionen de acuerdo con la manera en que se ha planeado. En el siguiente apartado exploraré ambos conceptos.

## Normatividad

La normatividad sirve para delimitar la labor del tecnólogo. Estos pueden dividirse en externos e internos. A lo largo de la evolución de la tecnología siempre han existido diferentes tipos de normatividad, y su función siempre ha sido la misma: establecer qué está permitido y qué no. La normatividad externa (usualmente corresponde a leyes gubernamentales o a normativas propias de las empresas) a la tecnología delimita la actividad de los tecnólogos y esto lo hace definiendo leyes que los tecnólogos deben seguir, les guste o no. Una característica de la tecnología es que debe ser controlable, por ejemplo, en nuestro país existen las normativas mexicanas (NOM y las NMX) sobre la calidad de ciertos productos o servicios, si un producto no cumple con la normativa no puede salir al mercado. Además, dentro de estas leyes se encuentran los materiales y procesos que se encuentran prohibidos. En cambio, la normatividad interna, corresponde a las reglas establecidas por los tecnólogos mismos dentro del marco de desarrollo tecnológico, esto ha sido señalado por filósofos como Anthoine W. M. Meijers y Marc J. De Vries que apuntan atinadamente hacia que esta normatividad es un constructo social. Según ellos:

Technical norms and standards are part and parcel of technological knowledge. They differ from natural phenomena **in that they require a community of professionals for their existence**; obviously, these norms and standards are **often the result of collective decision-making, they are social constructs**. This is reflected in the epistemic standards that apply to them.<sup>55</sup>

Los tecnólogos trabajan en el espacio entre lo que les permite la normatividad y lo que les permite los recursos que poseen. En este aspecto la tecnología provee los medios para que la tecnología mejore, pero es decisión de los tecnólogos hacer mejores dispositivos.

---

<sup>55</sup> Anthoine W. M. Meijers, Marc J. De Vries, "Technological Knowledge" en *A companion to the philosophy of technology* ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen, y V. F. Hendricks (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 72.

A continuación, cito a Skolimowski para hacer énfasis en este aspecto de la tecnología:

It is a peculiarity of technological progress that it provides the means (in addition to producing new objects) for producing “better” objects of the same kind. By “better” many different characteristics may be intended, for example: (a) more durable, or (b) more reliable, or (c) more sensitive (if the object’s sensitivity is its essential characteristic), or (d) faster in performing its function (if its function has to do with speed), or (e) a combination of the above. In addition to the just-mentioned five criteria, technological progress is achieved through shorting the time required for the production of the given object or through reducing the cost of production. Consequently, two further criteria are reduced time, or both, in producing an object of a given kind.<sup>56</sup>

Podemos observar cualquier objeto tecnológico que tengamos enfrente de nosotros. Por ejemplo, la computadora en la que ahora trabajo tiene una línea histórica de desarrollo. Desde los primeros computadores que ocupaban salones completos y tenían una gama de funciones muy limitadas, hasta las actuales computadoras portátiles, rápidas y compactas. Esto implica una línea histórica de desarrollo, de procesos y de uso de materiales. Pero también implica una línea histórica de necesidades que impactó la serie de necesidades que las computadoras debían cumplir. Estas líneas históricas son las que antes Skolimowski definió como “progreso tecnológico,” refiriéndose a las pequeñas y grandes mejoras que han hecho que las computadoras cumplan de mejor manera con su función.

Los conceptos de eficacia y de eficiencia de un dispositivo tecnológico sirven para evaluar cómo se desarrolló y cómo se comporta el producto. Esto es, primero si cumple con los objetivos de su desarrollo y, segundo, si lo hace en virtud de su diseño.

Por ejemplo, en el caso de los relojes, su objetivo principal es ser precisos al dar la hora. Sus características pueden ser muy diferentes y su mecanismo puede ser mecánicos, automático o de cuarzo, así como tener otras funciones especiales. Si un reloj cumple con su tarea, es eficaz, si lo hace en virtud de su diseño (control sobre una tarea en particular) es eficiente. El asunto con las características es que cada nueva adición en las características de los dispositivos necesitará ser *traducida* a una lista de especificaciones a cumplir. Esta traducción, como mencioné antes, es

---

<sup>56</sup> Henryk Skolimowski, “The Structure of thinking in technology”, *Technology and Culture* 7 (1966): 375.

parte medular de la labor ingenieril, pues los ingenieros deben encontrar las formas en que la traducción necesidad-objetivo-especificación sea más exacta, ya que, como lo muestra Skolimowski, entre más necesidades deba cumplir un producto, más características poseerá y a la vez mayor será la lista de especificaciones en el plan de trabajo para que ese dispositivo pueda cumplir con su función satisfactoriamente.

Es importante mencionar que los ingenieros y tecnólogos, recurren a diferentes tipos de conocimiento para poder realizar su labor. Como hemos visto en el caso anterior, la producción de tecnología y el diseño tecnológico implican tanto conocimiento teórico o proposicional, proposiciones sobre el mundo, (especificaciones-necesidades) y su contraparte fáctica, tareas en el mundo (algunas relacionadas con el *know-how*) para que el dispositivo realice su función. Cupani lo menciona de la siguiente manera:

los tecnólogos suelen recurrir a todo tipo de conocimiento disponible (un aspecto mencionado ya por Vincenti): el tecnólogo es una suerte de “bricoleur”. Hronzky añade que la comunidad tecnológica es más vaga (fuzzy) que la científica, lo que hace que una anomalía pueda ser percibida más directamente (por ejemplo, en el fracaso del artefacto en manos de los usuarios), pero al mismo tiempo que no sea tan evidente la exigencia de un cambio de paradigma. Hronzky (1998, p.2) observa también que, aunque tanto las comunidades científicas como las tecnológicas estén compuestas por individuos y por actores grupales (como firmas y laboratorios), estos últimos, como “vehículos y propietarios de saber especializado y tácito”, tienen una gravitación en la tecnología más pronunciada que en la ciencia.<sup>57</sup>

La cita de Cupani ayuda a entender lo siguiente: El conocimiento tecnológico al ser más diverso y enfocado a resolver problemas permite que sus agentes sean capaces de reconocer un problema (o una anomalía como dice Cupani) y resolverlo (a través de crear un objeto o mejorar uno). Una manera de identificar el conocimiento tecnológico es precisamente esto su *capacidad* para permitir a los agentes emplearlo para crear dispositivos o artefactos que sean útiles en el mundo y, en parte quizás, esto ha llevado a algunos filósofos a erróneamente intentar reducir a la tecnología a alguno de los tipos de conocimiento que emplea. Incluso en la actualidad esta manera de abordar la relación tecnología-ciencia ha sido desplazada por lo que se denomina *convergencia*.

---

<sup>57</sup>Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, SCIENTIÆ Studia 4 (2006): 363-364.

# Dispositivos

## Eficacia, racionalidad y control

Para Henryk Skolimowski el progreso tecnológico es un concepto que tiene diversas funciones, en primera instancia delimitar ciencia y tecnología, en segunda instancia provee elementos para evaluar si los dispositivos tecnológicos han mejorado. Si bien para Skolimowski el progreso tecnológico se mide en términos de eficacia, la eficacia a la que se refiere Skolimowski significa que un dispositivo o bien tiene características más interesantes, o bien un dispositivo cumple de mejor manera una función con menos gasto de energía, es decir, para Skolimowski la eficacia significa la mejoría de alguna o de todas las características de un dispositivo tecnológico.

Cupani menciona lo siguiente sobre los experimentos tecnológicos: “los experimentos tecnológicos son diferentes de los científicos, pero no porque en aquéllos no se busque conocimiento, sino porque se busca un conocimiento diferente. El artefacto, ¿funcionara? ¿Habría acaso factores no previstos teóricamente que serán detectados experimentalmente? Etc.”<sup>58</sup> A partir de lo antes mencionado por Cupani me es posible criticar que el progreso al que se refiere Skolimowski entonces no solo se debería referir a que los dispositivos deben ser más eficaces, sino que el progreso también debería implicar mayor control sobre los procesos (de desarrollo tecnológico) y las decisiones por medio de las cuales se crean los dispositivos y fenómenos tecnológicos.

Considero entonces que, Skolimowski se enfoca demasiado en el concepto de eficacia (éxito), como si este fuera el único ángulo desde el cual se pudiera estudiar el progreso tecnológico, porque si bien es una parte medular, sin incluir conceptos como direccionalidad, intencionalidad, eficiencia y racionalidad, la mera eficacia no sería suficiente para explicar el desarrollo tecnológico.

---

<sup>58</sup> La peculiaridad del conocimiento tecnológico, Alberto Cupani, pp. 357-358.

Es cierto que un dispositivo debe cumplir con éxito la función para la que fue diseñado, pero ¿eso qué significa? El éxito hasta ahora es un indicador, pero en qué consiste. Para robustecer la noción de progreso tecnológico de Skolimowski se requiere elaborar con mayor precisión el concepto de éxito y a la vez añadir otros tres conceptos: la direccionalidad e intencionalidad, y la racionalidad. Las dos primeras se enfocarán en la relación entre las motivaciones de los procesos y su comportamiento esperado y, en segundo lugar, la racionalidad, cuya función será discernir acerca de cuál es la gama de procesos más adecuados.

### **Eficacia (éxito contrafactual)**

El estudio de la eficacia se concentra principalmente en el éxito de los procesos y de los dispositivos. Entiendo por proceso la ejecución de una tarea a través de una serie de pasos en un contexto dado. Un proceso exitoso entonces es aquel que cumple con su tarea dentro de un marco de desarrollo tecnológico. Un dispositivo es un objeto creado con un conjunto específico de procesos previamente seleccionados con la intención de cumplir con un fin, no obstante, un dispositivo exitoso es aquel que cumple con el fin para el cual fue diseñado.

Mi postura es incorporar conceptos del **fiabilismo** como son la fiabilidad, la causalidad y los procesos fiables en el estudio de la filosofía de la tecnología, la intención de hacerlo es la siguiente, en el caso de Bunge era el conocimiento científico el que le respaldaba la racionalidad a la acción, al rechazar la propuesta de Bunge ¿Cuál es el respaldo de la racionalidad de la acción?

Mi propuesta es que la fiabilidad es una teoría del conocimiento que permite respaldar porque una acción<sup>59</sup>tecnológica (también un proceso tecnológico) es buena o racional. De esta manera es posible responder a la pregunta ¿en qué consiste que una acción sea adecuada? Una acción es adecuada en la medida en que es fiable<sup>60</sup>, el diseño por ejemplo es una acción tecnológica (que a la vez implica diversos procesos tecnológicos), y un diseño será fiable en la medida en que sea capaz

---

<sup>59</sup> En el caso de las propuestas de fiabilidad que he consultado, tanto la de Goldman como la de Alston se refieren a creencias, yo considero al igual que Hawley que es posible en el caso del conocimiento práctico (el conocimiento tecnológico es un tipo de conocimiento práctico) sustituir la noción de creencia por la noción de acción. En este caso buscamos acciones racionales, adecuadas, buenas, justificadas, correcta etc.

<sup>60</sup> El respaldo de la adecuación es la fiabilidad.



de obtener más resultados exitosos que negativos. En el caso del estudio del éxito utilizaré el análisis que realiza Katherine Hawley para entender en qué consiste que alguien (ella analiza el saber cómo) sea exitoso, si bien el conocimiento disposicional (saber cómo) y el conocimiento tecnológico son distintos es posible aplicar el mismo análisis para entender el éxito contrafactual en el conocimiento tecnológico.

La tecnología es susceptible a ser explicada en términos de la fiabilidad. Alston fue un epistemólogo cuyo interés fue desarrollar alternativas de la justificación epistémica, sobre todo después de los contraejemplos de Edmund Gettier presentados en su artículo *¿Es la creencia verdadera y justificada conocimiento?* que critican la suficiencia de lo que usualmente se conoce como análisis tripartito del conocimiento (conocimiento es creencia justificada) para Alston (y otros fiabilistas como por ejemplo Goldman) no es necesario tener acceso de primer orden a nuestras creencias, ni a las razones por las cuales creemos que estamos justificados, sino que basta para tener respaldo con que estas creencias tengan una historial causal rastreable y provengan de procesos fiables de creación de creencias, así lo describe Ángeles Eraña:

La idea central es que la justificación epistémica (del fiabilismo)<sup>61</sup> no es una propiedad de las creencias independiente del modo como hayan sido formadas, y que una manera de prevenir la verdad fortuita de nuestras creencias es utilizando procesos fiables de producción de creencias. Así, sus defensores consideran que la “justificación” no debe analizarse en términos de *razones* que un sujeto tiene (o puede ofrecer) para creer que *p*, sino *del modo* como S llegó a creer que *p*.<sup>62</sup>

La propuesta de Alston me es de utilidad porque el fiabilismo es una vía para responder en qué medida la acción tecnológica se encuentra **respaldada** por procesos fiables (la idea es evaluar si los procesos tecnológicos son fiables) y por una historia causal como explicaré más adelante. Alston lo menciona de la siguiente manera: “De modo que el argumento general<sup>63</sup> es que para que

---

<sup>61</sup> Los paréntesis son míos.

<sup>62</sup> Ángeles Eraña, “Introducción” en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 183-184.

<sup>63</sup> Por el argumento general Alston se refiere al problema de la generalidad, este argumento se refiere a que una creencia proviene de un proceso psicológico particular, con un tiempo y lugar determinados, pero los procesos particulares no son susceptibles a ser fiables, porque la fiabilidad depende de la repetibilidad.

algo (una creencia, un objeto, un proceso)<sup>64</sup> pueda evaluarse como fiable o no, algo debe proveer, real o potencialmente, un espectro de casos del tipo apropiado”.<sup>65</sup> Es decir, la fiabilidad se asocia con algo confiable, tangible y repetible, esto en tecnología se puede asociar con la manera en que se diseñan y prueban los dispositivos.

No podemos dejar pasar que Alston se encuentra enfocado en ciertas nociones tradicionales de la epistemología al referirse a lo siguiente: “Un proceso fiable de formación de creencias es aquel que normalmente da como resultado creencias *verdaderas*”.<sup>66</sup> Sin embargo, esto no evita que la fiabilidad se pueda adaptar a la filosofía de la tecnología. A partir de lo antes menciona Alston, considero que **un proceso fiable en tecnología es aquel que normalmente da como resultados procesos tecnológicos y dispositivos exitosos.**

La tecnología es una de las actividades humanas con amplia documentación histórica. Como he mencionado antes, en tecnología los procesos eficaces son aquellos que tienen altas tasas de éxito. Es en este punto donde la fiabilidad resulta una herramienta útil para estudiar a qué nos referimos cuando un proceso es eficaz. Para mí la propuesta de fiabilidad de Alston, se puede comportar como una disposición atribuible a los procesos tecnológicos, posee un origen causal, es gradual y rastreable: “la fiabilidad *no* es una cuestión de trayectoria real, sino, más bien, una noción de “propensión” o “disposición”. Decir que un termómetro, medicamento o atlas es *fiable* no supone hacer un informe de la frecuencia relativa de resultados favorables en los que ha sido usado hasta este momento. Es posible que aún no se haya usado, pero esto no le impide ser fiable o no fiable”.<sup>67</sup> Que algo sea fiable en el sentido del fiabilismo no solo significa que algo (creencias, procesos, dispositivos) tenga altas tasas de éxito, sino que existe una disposición interna a tener éxito, misma que posee origen causal lo cual permite que sea rastreable, aunque claro también es posible en un bajo porcentaje que algo considerado fiable falle.

---

<sup>64</sup> Los paréntesis son míos.

<sup>65</sup>William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 235.

<sup>66</sup> William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 235.

<sup>67</sup>William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 235.

Un proceso o dispositivo es fiable en tanto cumple con su función en una cantidad favorable de casos. Sin embargo, esto podría llevarnos a pensar que **solo cuando un proceso ha sido ejecutado podemos saber si es fiable**. Esto no es del todo correcto, porque si bien para apreciar la existencia de la fiabilidad es necesario establecer una gama de casos adecuada, Alston menciona lo siguiente:

Un termómetro puede ser perfectamente fiable, como tal vez lo descubramos con el tiempo, aunque acabe de salir de la cadena de montaje y todavía no haya sido puesto a prueba. Tampoco la fiabilidad de un artefacto es una función de la proporción de resultados favorables de sus usos en toda su vida útil: pasado, presente y futuro. Un atlas puede ser perfectamente fiable aunque nadie lo abra ni lo consulte para ningún propósito.<sup>68</sup>

Para Alston la fiabilidad es una disposición interna a los objetos, y continúa diciendo:

A este respecto, la fiabilidad funciona como otras propiedades de disposición. Una banda elástica puede ser elástica aunque nunca se la haya estirado y nunca haya tenido la oportunidad de manifestar esa disposición. La aplicabilidad de un término disposicional depende de que las manifestaciones apropiadas *sean resultado* de la satisfacción de las condiciones antecedentes pertinentes en una gama apropiada de casos, independientemente de que tal conjunto de casos, o de cualquier caso, se realice alguna vez”.<sup>69</sup>

Para Alston no es necesario que la fiabilidad se manifieste de manera presente para que un objeto pueda ser considerado como tal, aunque, por otra parte, si es necesario que dicho objeto (o proceso) en algún momento de su existencia satisfaga “las manifestaciones apropiadas de las condiciones antecedentes pertinentes en una gama apropiada de casos”, es decir que el éxito sea repetible en una alta tasa de casos, en el caso de la tecnología mi propuesta es plantear que la fiabilidad se les *confiere* a los dispositivos por medio del diseño y de la producción.

---

<sup>68</sup>William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 240

<sup>69</sup>William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 240.

## Propiedades de las disposiciones

Ahora bien, para abundar en las propiedades de disposición se puede echar mano de las herramientas conceptuales que han desarrollado los epistemólogos acerca del conocimiento de habilidades o *knowledge how*. Este conocimiento se enfoca en la acción de sujetos individuales, como menciona Katherine Hawley: “On the one hand, knowledge-how is practical knowledge, about how to do stuff”.<sup>70</sup> Y si bien no se relaciona directamente con la tecnología, si es parte de la misma rama de conocimiento: el práctico, por lo que comparten ciertas similitudes.

Por ejemplo, el *knowlegde how* estudia casos como el siguiente: “Luis sabe cómo andar en bicicleta”, que se puede sintetizar en situaciones del tipo un X sabe cómo hacer Y. Usualmente para comprobar la veracidad de dicho enunciado es necesaria una prueba de éxito contrafactual, es decir, que X haga Y.

El requerimiento de éxito contrafactual es el tipo de éxito que se requiere en tecnología, y es una característica del conocimiento práctico. Recordemos que para que una acción sea considerada fiable en la mayoría de los casos debe ser exitosa, esto nos llevaría a creer que el éxito es la prueba definitiva de la fiabilidad, el análisis que realiza Hawley corresponde a que en el *knowledge how* el éxito no es una condición necesaria para el conocimiento práctico, pero propone que el éxito bajo ciertas condiciones si es una condición necesaria para el conocimiento práctico. Lo que planteo a continuación es analizar a la fiabilidad como una disposición y aplicar el mismo estudio que realiza Hawley con las disposiciones del *knowledge how*.

Regresando a la discusión sobre “Luis sabe cómo andar en bicicleta”, en estas situaciones, el tipo de respuestas acerca de en qué consiste que X tenga éxito en hacer Y, apela a una habilidad o disposición de los sujetos. En este caso X en algún momento de su vida debió adquirir una disposición J para realizar Y. La prueba sucede del siguiente modo: X muestra que puede hacer Y,

---

<sup>70</sup>Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 20.

entonces eso es evidencia de que existe una disposición J hacia Y. Si bien esta es una manera común de evaluar la existencia de una disposición, no debería ser la única<sup>71</sup>.

Lo que Alston rechaza de este tipo de prueba es lo que Hawley nombra como “actual success”, o éxito presente en nuestro idioma. Hawley argumenta (como Alston) que hay situaciones en que sabemos hacer cosas que todavía no intentamos hacer, “For example, if you’ve paid attention to the safety demonstrations on planes, then you know how put on a lifejacket, even if you’ve never tried it”.<sup>72</sup> Aunque claro este tipo de situaciones son limitadas a habilidades de aprendizaje sencillo y no a otras tan elaboradas como puede ser realizar una cirugía.

Lo que argumenta Hawley es que el éxito contrafactual (y mucho menos el éxito presente) no es el único elemento importante en el análisis de las disposiciones. “Actual success is not a necessary condition for knowledge-how, but success under certain counterfactual circumstances is indeed necessary”.<sup>73</sup> Las circunstancias son un elemento que en la mayoría de situaciones se invisibiliza, como si se tratara de algo transparente cuando es algo que es inherente al conocimiento práctico. Con ello me refiero a que tanto las acciones de los sujetos como las funciones de los dispositivos funcionan bajo ciertos escenarios. Parafraseando a Ryle respecto a las disposiciones, menciona que son como una segunda naturaleza de los sujetos, se adquieren a través del aprendizaje y la repetición.

Para entender la conexión entre el *knowledge-how* y el éxito contrafactual Hawley propone introducir el término de “tareas”. “First, different tasks correspond to different circumstances, where circumstances include states both internal and external to the subject (...) It will, however, sometimes be convenient to talk of “families” of tasks, where the family members involve “doing

---

<sup>71</sup> Esta discusión epistemológica surge porque para Alston la fiabilidad se puede entender como una disposición, Alston lo explica con objetos, un termómetro tiene una disposición a dar correctamente la temperatura, esto es idéntico a decir un termómetro es fiable. Mi intención es entender cómo se caracteriza y cómo se evalúa una disposición para eso llevo la discusión hacia el terreno del *knowledge how* que es un tipo de conocimiento sobre disposiciones. Para Hawley el estudio de la acción y del éxito, es similar a la de la justificación y las creencias. En este tipo de epistemología estas serían (de alguna manera) equivalencias, éxito - verdad / fiabilidad - justificación / acción - creencia. En lugar de referir a creencias justificadas = verdad, la terminología sería acción fiable = éxito. La cuestión que plantea Hawley es que hay que añadir una cláusula, acción fiable (bajo ciertas circunstancias) debe ser = éxito.

<sup>72</sup> Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 20.

<sup>73</sup> Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 20.

the same thing”.<sup>74</sup> Por otra parte, y continuo citando a Hawley: “Second, circumstances qualify what is known, not when the knowledge is possessed”<sup>75</sup> es decir, las circunstancias sirven para calificar lo que el sujeto sabe, más no cuando el sujeto posee dicho conocimiento.

Asimismo, la relación entre las tareas y las circunstancias es gradual, como en el caso de la habilidad de manejar en bicicleta, si bien la tarea es “manejar una bicicleta”, para el sujeto no es idéntico desempeñarse en “un camino plano” o en “un camino montañoso”. Ahora bien, como hemos mencionado antes, para Hawley el éxito contrafactual no es el único elemento que acredita a una acción, sino que también debemos pensar en el trasfondo de la acción, en el **desempeño de los sujetos**, “to be a competent performer is to succeed under circumstances under which a competent performer would succeed”.<sup>76</sup> Por ejemplo en el caso del ciclista el desarrollo del argumento sería el siguiente: si Luis sabe cómo andar en bicicleta bajo condiciones Y, entonces Luis debe poseer una disposición J. El uso intencional por parte de Luis de la disposición J le confiere mayor probabilidad de tener éxito. De lo anterior, podemos establecer que existen cuatro rasgos a tomar en consideración respecto al saber cómo: a) El desempeño de los sujetos b) Las condiciones c) La intencionalidad y d) El éxito contrafactual.

El problema con el éxito actual o presente es que no puede desempeñar dos funciones al mismo tiempo, es decir, no puede ser una prueba y a la vez una garantía. El éxito no significa poseer *knowledge how*. Cito a Hawley: “Not all true belief amounts to propositional knowledge, and not all counterfactual success amounts to knowledge-how. In each case, success must be in some sense non-accidental, or warranted, where “warrant” is a neutral term for whatever makes the difference between true belief and knowledge, or between counterfactual success and knowledge”<sup>77</sup> La motivación que impulsa a proponer una garantía es que el éxito no suceda por accidente o por azar. En el caso de Luis, si sabe cómo andar en bicicleta es porque a) en un momento del tiempo

---

<sup>74</sup>Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 20-21.

<sup>75</sup>Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 21.

<sup>76</sup>Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 24.

<sup>77</sup>Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 27-28.

adquirió esa disposición y b) es una habilidad en la que es exitoso intencionalmente bajo ciertas circunstancias.<sup>78</sup>

Alston antes ha mencionado que la fiabilidad puede aplicarse como un término de disposición. Para entender mejor a que se refería con esto, presenté algunos elementos del saber cómo o *knowledge how*, que esencialmente constituyen una manera de conocimiento disposicional o de habilidad. Si bien es cierto que el conocimiento tecnológico y el conocimiento disposicional son distintos, el análisis que realiza Hawley respecto al éxito contrafactual es posible incorporarlo al estudio del éxito contrafactual en tecnología.

Desde este punto de vista se debe sustituir la noción de éxito contrafactual por éxito contrafactual bajo ciertas circunstancias. Cada acción (en el caso de la tecnología serían procesos) posee condiciones bajo las cuales puede ser realizada. Además, a esto Hawley añade una cláusula de intencionalidad, “if S knows how, S would succeed if S tried”.<sup>79</sup> Derivado de esto la propuesta de Hawley se pueden resumir a tres los elementos de análisis a) el sujeto (que implica desempeño e intencionalidad) b) las condiciones y c) el éxito contrafactual.

Regresando a la propuesta de Alston respecto a que la fiabilidad es una propiedad disposicional, propongo que el análisis de Hawley puede ser aplicado también a la fiabilidad. La fiabilidad en este sentido no es un registro, sino una **disposición o propensión intencional**, es decir algo no solamente es fiable por sus tasas de éxito, sino que puede ser fiable como lo menciona Alston sin haber sido puesto a prueba como el caso de la banda elástica que es elástica porque tiene dicha disposición. Así algo puede ser fiable si tiene dicha disposición y mi propuesta es que el diseño tecnológico es capaz de dotar de fiabilidad (disposición) a los objetos.

---

<sup>78</sup> En este caso b) es una solución que provee Hawley al problema de las disposiciones “presentes” en Ryle, parafraseando un poco a Ryle, las disposiciones son observables en el comportamiento de los sujetos, si alguien maneja bien bicicleta es porque yo lo he observado, pero el problema es ¿qué pasa cuando no?, ¿qué pasa cuando el sujeto sufre una lesión?, ¿ha perdido la disposición o la mantiene? La respuesta de Hawley es añadir una cláusula, un sujeto puede hacer x siempre y cuando este bajo ciertas condiciones en las cuales suele tener éxito. Así las condiciones en las que está lesionado no implican que haya perdido la disposición. Esto es un breve resumen de la discusión, no es un tema primordial en mi tesis debido a eso la omití, y solamente incorporé la cláusula de Hawley que me parece evita muchos problemas como el antes mencionado.

<sup>79</sup>Katherine Hawley, “Success and Knowledge-How”, *American Philosophical Quarterly* 40 (2003): 24.

Alston menciona: “la aplicabilidad de un término disposicional depende de que **las manifestaciones apropiadas sean resultado** de la satisfacción de las condiciones antecedentes pertinentes.”<sup>80</sup> Este argumento de Alston lo aplico en el plano tecnológico, en primera instancia me refiero a que la mención de las *manifestaciones apropiadas* en tecnología es relacionable con el **desempeño**, y según mi interpretación la segunda parte de la cita se puede vincular con el resultado de dicho desempeño que debe corresponder a la intencionalidad del diseño del dispositivo, es decir a las condiciones bajo las cuales el dispositivo debe tener éxito contrafactual en un porcentaje mayoritario de casos.

Como antes mencioné teoría fiabilista surge en el contexto de la discusión tradicional acerca de qué confiere justificación a la creencia. En el caso particular de esta tesis, la fiabilidad no tiene como fin ulterior explicar la verdad o justificación de una creencia, y tampoco de la acción; la fiabilidad en este texto se relaciona con el éxito contrafactual y con el desempeño intencional. Con ello me refiero a que, por lo general, la tecnología no se evalúa dependiendo de su verdad o falsedad, sino respecto a sus resultados.

Otro aspecto importante que vale la pena traer a colación es que la tecnología se diseña para ser aplicada en este mundo, bajo las condiciones que generalmente acontecen en él. A esto se refiere Alston cuando menciona: “El requisito para la fiabilidad es que el proceso dé como resultado una elevada proporción de verdades en una amplia gama de situaciones *del tipo que generalmente encontramos*”.<sup>81</sup> Claro en esta propuesta el término *verdad* se sustituye por éxito contrafactual. Con ello me refiero a que, si afirmo que un dispositivo es fiable, implícitamente me refiero a que es fiable en este mundo.

Sin embargo, también es necesario añadir que existen otros factores que delimitan el progreso tecnológico. Me refiero con ello a dos instancias: en primer lugar, la normatividad externa, que, entre otras cosas, se encarga de regular los materiales permitidos y de establecer qué tipo de

---

<sup>80</sup>William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 240.

<sup>81</sup>William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 246.



prácticas, procesos (industriales) y dispositivos es posible desarrollar. En segundo lugar, la normatividad interna, por ejemplo, en el sector de la energía nuclear, recientemente se ha planteado sustituir el uranio por el torio como combustible, cambio que acarrearía modificar todo el esquema de valores de dicha tecnología, puesto que desarrollar y poner en marcha dicha tecnología implicaría en primera instancia un gasto elevado en investigación y diseño tecnológico, posteriormente se tendrían que construir y poner a prueba nuevas centrales nucleares centradas en torio. Este caso es similar al que ya se encuentra sucediendo entre el cambio de motores diésel y motores eléctricos. La infraestructura que funcionaba eficientemente para los primeros no es completamente adecuada para los segundos, y por ello es necesario desarrollar una nueva.

Para Alston existe una pregunta crucial respecto a la fiabilidad: “tendríamos que pensar que el proceso incluye toda la genealogía causal de la creencia o sólo una parte de ella”.<sup>82</sup> Aunque antes es necesario aclarar que a lo que se refiere Alston con “proceso” es a procesos de formación de creencias. En nuestro caso la noción de “creencia” se sustituiría por “progreso tecnológico” y la noción de “procesos de formación de creencias” por “procesos de desarrollo tecnológico”. En tecnología se han documentado con amplitud la historia causal<sup>83</sup> de los procesos de desarrollo que conforman la labor tecnológica, y estudiarlos constituye un apoyo valioso para entender el progreso tecnológico mismo.

Tomemos como ejemplo, el invento del libro y algunos de sus antecedentes, uno de los avances tecnológicos que sin duda cambiaron la manera de transmitir y almacenar información. No solo es relevante que un libro cumpla con su función, es decir, que permita conservar y transmitir información. También es relevante la historia de sus procesos. Este invento, como cualquier otro, posee un origen y una historia causal. En una de sus tantas etapas existía la diferencia entre el pergamino y el papiro. El papiro es un material útil (para conservar información en rollos) siempre y cuando el clima sea caluroso y con poca humedad, pero no es útil para otros tipos de clima, dado

---

<sup>82</sup> William P. Alston, “¿Cómo concebir la fiabilidad?”, en *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, ed. Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos (Ciudad de México: UNAM, 2013), 248.

<sup>83</sup> Cada dispositivo requiere de una serie de procesos tecnológicos para ser desarrollado, esta serie de procesos tiene un espacio-temporal rastreable y una graduación de fiabilidad, generalmente si un proceso se ha replicado es porque funciona, entonces si este proceso se vuelve a emplear en un dispositivo es posible rastrear de dónde surgió y qué tan fiable es.

que el material se deteriora con facilidad. En Europa, esta fue la razón por la cual el papiro fue sustituido por el pergamino.

De la elaboración del papiro podemos aprender sobre cómo funciona el progreso de la tecnología. El material es abundante en la ribera del río Nilo. Con el paso del tiempo, procesos para su elaboración se fueron perfeccionando, hasta el punto en que en la región fue el medio principal para conservar información por medio de la escritura. Sin embargo, aunque el papiro es un material apropiado para conservar información, su uso está ligado a una función y a un contexto (es decir funciona bajo ciertas condiciones).

Regresando a la pregunta acerca de si el proceso incluye también la genealogía causal de los procesos de desarrollo tecnológico, considero que la genealogía causal es algo intrínseco a los dispositivos y a los objetos tecnológicos en general. Las creencias como tal no son algo tangible, físico; los dispositivos tecnológicos sí, y cada uno de ellos, en su diseño, composición, función y finalidad, implican una serie de decisiones respecto a una concepción particular del mundo. En el caso del papiro y en general de casi cualquier material, es necesario que se evalúe de acuerdo con una función para establecer si es un buen material para la finalidad que persigue el desarrollo tecnológico.

Es decir, cada dispositivo contiene en sí mismo la historia causal de sus procesos de desarrollo. Esto es posible descubrirlo por medio de la labor de los ingenieros, porque ellos tienen la cualidad de traducir las conceptualizaciones de un dispositivo en las características y funciones de un dispositivo; a la vez estas características se desarrollan en los dispositivos a través de los procesos y las tareas que éstos llevan a cabo.

A continuación, aplicaré el análisis de Hawley respecto al éxito contrafactual en mi estudio sobre las condiciones en las que un dispositivo debe ser exitoso, esto con la intención de incluir el análisis de éxito contrafactual en la noción de éxito en tecnología, en donde reitero hay tres factores importantes a considerar: a) el sujeto (que implica desempeño e intencionalidad) b) las condiciones y c) el éxito contrafactual.

Un dispositivo no está diseñado para funcionar en todas las condiciones posibles, pero debería funcionar bajo las condiciones (éxito contrafactual intencional bajo ciertas condiciones) para las

que fue diseñado. Su desempeño en el mundo permite crear un mapa de condiciones en donde es posible estudiar la historia causal del dispositivo (cuáles son sus características y procesos tecnológicos de diseño, producción y desempeño) esto a través de las condiciones y contextos en las que el dispositivo es exitoso (mapa de fiabilidad).

Ahora bien, Cupani hace una anotación importante: “La descripción física de la estructura del objeto da razón de por qué opera de ese modo, pero no de que su función sea esta o aquella. Es el *diseño (design)* o proyecto el que encierra la explicación tecnológica: muestra de qué modo, en términos de su estructura física, el artefacto desempeña determinada función”.<sup>84</sup>

Al estudiar al dispositivo como un objeto con características físicas tanto como funcionales es evidente que no surge de la nada, sino que procede de una historia causal de procesos. Me refiero entonces a que posee una estructura tanto material como funcional organizada de una manera específica. Ambas estructuras son intencionales. De esto se encarga el diseño, pues es el área que convierte las necesidades en contenido práctico. Por medio del diseño los tecnólogos desarrollan características y funciones que debe cumplir un dispositivo.

Como antes he mencionado las características son el qué, y en contraparte el desempeño es el cómo. El desempeño implica las funciones que un dispositivo debe realizar para cumplir con los objetivos de su diseño. Usualmente y como en el caso de Skolimowski los filósofos de la tecnología se enfocan mayoritariamente en la eficacia como concepto principal. Pero como vimos en el capítulo tal sección tal, la eficacia es un concepto un tanto estrecho para caracterizar el progreso tecnológico, en el caso de Skolimowski la tecnología es un medio para hacer mejores a los objetos tecnológicos, y esta mejoría es lo que llama la persecución de la eficacia, también para Skolimowski hacer mejor un dispositivo significa hacerlo más eficiente y en qué sentido, bien puede ser en mejorar una de sus características o bien en reducir su costo o tiempo de fabricación. En mi tesis propongo utilizar la fiabilidad y el análisis de éxito contrafactual de Hawley para así poder evaluar y explicar en qué consiste dicha mejoría. Un objeto tecnológico fiable es aquel que procede de un proceso de desarrollo tecnológico que garantiza que el objeto tendrá un desempeño (acción) intencional hacia tener éxito bajo ciertas condiciones. El éxito y las condiciones sirven

---

<sup>84</sup> Alberto Cupani, “La peculiaridad del conocimiento tecnológico”, *SCIENTIÆ Studia* 4 (2006): 358.

para captar en qué y dónde mejoro un dispositivo, (claro siempre y cuando haya mejoría de algún tipo) considero que esto capta la idea que Skolimowski tenía de eficacia, pero además la fiabilidad puede ser entendida en dos vías, la primera como la incorporación de una disposición a un dispositivo (cuando algo nuevo se fabrica se trabaja para que sea confiable) y como una propiedad perteneciente a objetos que han sido producidos por medio de procesos tecnológicos que ya eran conocidos como fiables, el ejemplo que da Alston es el de la propiedad de elasticidad de una banda elástica, así lo fiable de un objeto puede ser explicado a través de la propiedad de fiabilidad de un objeto incorporada en su proceso tecnológico de fabricación. Los conceptos que añado a la propuesta de Skolimowski tienen la ventaja de explicar de dónde proviene la mejoría, cómo se da, en qué condiciones y si es intencional, aclaraciones que Skolimowski no plantea en su propuesta.

Recapitulando, la idea con la que inicié pertenece a Skolimowski, quien propone que la tecnología provee el medio para modificar el mundo de acuerdo con objetos diseñados por la humanidad, el punto en cuestión es el de progreso tecnológico el cual para Skolimowski se centraba en la persecución de la eficacia para hacer objetos de cualquier tipo, a mí esta definición de Skolimowski me parece mejorable y por eso incorporo la noción de fiabilidad y el análisis de éxito contrafactual que realiza Hawley sobre disposiciones del saber cómo. Esto permite explicar porque un objeto o dispositivo tecnológico, no solo es exitoso por poseer éxito contrafactual, sino porque su desempeño se da de manera intencional<sup>85</sup> (explicación que no existe en Skolimowski) además los dispositivos pueden poseer la propiedad de la fiabilidad lo cual significa que tienen una disposición a tener éxito, lo cual en gran medida puede explicarse por su diseño y fabricación.

## **Racionalidad**

Una virtud de la propuesta de Bunge de entender a la tecnología como ciencia aplicada es que su caracterización nos permite decir cuándo un desarrollo tecnológico es racional. Los desarrollos tecnológicos serían racionales en la medida en la que están basados en leyes científicas. Esto

---

<sup>85</sup> Esto puede ser relevante para otro tipo de discusión respecto a la *agencia* en tecnología, el problema podría plantearse de la siguiente manera, si un dispositivo actúa de manera *intencional*, entonces a ese dispositivo y a los creadores del dispositivo les corresponde cierta *agencia* y esto puede entenderse a la manera de responsabilidad, lo cual puede abundar en la responsabilidad ética de la tecnología.

permite a Bunge establecer grados de racionalidad en los productos tecnológicos, yendo de más racionales en tanto que están basados más directamente en leyes científicas a más operativas en tanto que no están basadas en leyes sino en su desempeño en la práctica. Al desechar la idea de tecnología como ciencia aplicada, e incorporar la propuesta de Skolimowski de que existe un progreso tecnológico que se distingue del progreso científico, no es tan claro cuál es el respaldo epistémico del conocimiento tecnológico. En esta sección me haré la pregunta de si es posible encontrar una manera propia de respaldar el conocimiento tecnológico que es el caso que a mí me interesa.

El punto de partida para incorporar la fiabilidad y el análisis del éxito contrafactual de Hawley al progreso tecnológico es poder explicar en qué consiste que un dispositivo sea exitoso y en qué medida corresponde a la disposición de ser fiable, así como poder evaluar y establecer las condiciones en que un dispositivo tiene éxito.

Mi propuesta es que el respaldo epistémico del conocimiento tecnológico se da en términos distintos a los del conocimiento científico, ya he mencionado antes que la propuesta fiabilista de Alston es una vía para solucionar el problema de las creencias justificadas que no son conocimiento, de igual manera utilizo su propuesta como una vía para explicar cuál considero podría ser una respuesta a la pregunta por el respaldo del conocimiento tecnológico, además creo (como lo hace Hawley con el saber cómo) que la epistemología del conocimiento tecnológico debe poseer sus propios términos, sustituir creencias por acciones, el respaldo epistémico entonces se daría en términos de fiabilidad aunque con el giro de que una acción fiable no es aquella que conduce a una verdad, sino a un resultado exitoso. Me parece que esto respeta las ideas con las que estoy de acuerdo con Skolimowski sobre que la tecnología modifica el mundo y la ciencia estudia la realidad. Sin embargo, aunque la fiabilidad nos será útil para dar cuenta de qué tipo de procesos cumplen con su función, hace falta abundar en el concepto para entender su rol en el respaldo. Una función de la fiabilidad es su capacidad para graduar el éxito de los procesos tecnológicos, por lo cual existen procesos tecnológicos más fiables que otros, este era el rol que cumplía el conocimiento científico en la epistemología de Bunge.

Ahora bien, la graduación de la fiabilidad puede evaluar diferentes tipos de procesos: funcionales (propios de los dispositivos) tecnológicos (procesos de diseño y producción), etc.

lo cual nos llevará al segundo componente a incorporar respecto al progreso tecnológico: la racionalidad. En el desarrollo tecnológico siempre existen márgenes de error, aunque se intente reducirlos al mínimo. El desarrollo tecnológico siempre es perfectible, así la propuesta de emplear la fiabilidad como elemento evaluativo de los procesos tecnológicos tiene la intención de expresar esta tendencia a mejorar y a reducir el margen de error.

El objetivo al evaluar el desempeño de los dispositivos es establecer que existen diferentes grados de fiabilidad tanto en los procesos funcionales (de un dispositivo ya diseñado) y de los procesos tecnológicos (que abarcan desde el diseño hasta la producción). Sin embargo, todavía hace falta un concepto cuya función sea seleccionar qué procesos y funciones son las más pertinentes para cumplir con los objetivos y con la normatividad interna y externa. Este será el papel de la racionalidad, la intención es presentar un bosquejo del rol de la racionalidad y algunos de los desafíos que puedan llegar a acontecer, sin embargo, no me adentraré en este concepto porque supera los límites y las intenciones de mi tesis que son desarrollar las características propias del conocimiento tecnológico.

Retomando el asunto de la racionalidad, será entonces ésta una herramienta para discernir entre qué tipo de procesos y funciones son más convenientes para así emplearlos en el desarrollo tecnológico que así lo requiera y con ello cumplir con los objetivos y la normatividad trazados. En Bunge la racionalidad es una propiedad que adquieren las acciones al respaldarse por medio del conocimiento científico, en cambio la racionalidad que propongo corresponde a un **concepto regulativo de racionalidad**, mismo que permite evaluar los grados de racionalidad de una acción o de un proceso.

A continuación, desarrollaré algunas líneas generales sobre este tema:

### **¿Qué consideramos como racional?**

La idea central que me impulsa a tratar la cuestión de la racionalidad es articular un concepto que permita discernir entre procesos con un alto grado de funcionalidad y procesos poco prometedores.

El problema que me interesa tratar es el siguiente: ¿Cómo mejorar las decisiones a tomar en la tecnología? Si la racionalidad será el concepto que permita distinguir entre una buena opción de una mala, en primera instancia hay que establecer qué se considera como racional, sin embargo, sobre esto no existe un consenso generalizado, además de ser por sí mismo un tema demasiado amplio. La intención a continuación es entonces desglosar en líneas generales lo que esperamos de un concepto como el de racionalidad para responder a la pregunta de cómo

Una definición bastante usual dentro de los análisis de la racionalidad (que a mí no me parece conveniente porque no es compatible con el saber cómo) es considerarla como la *capacidad de dar razones*. La idea es la siguiente: si alguien es capaz de dar razones respecto a su manera de actuar, sus acciones son racionales.<sup>86</sup> En este sentido, la “razón” es una especie de garantía de que su desempeño no se da por azar. Ahora bien, las razones pueden ser de distinta índole, pero enfocándonos a la tecnología, ellas forman parte medular del área de diseño y por lo regular se pueden abordar desde dos perspectivas, muy dispares entre sí, como lo son: la racionalidad por *consenso social* y la racionalidad *instrumental*.

## **Dos tipos de racionalidad**

Supongamos que la intención es optimizar el proceso tecnológico de diseño de dispositivos. Utilizo al diseño como punto de partida, debido a que es un elemento fundamental para el desarrollo tecnológico. Según Peter Kroes, el diseño es una de las actividades propias de la ingeniería que la distinguen de la ciencia. Según ABET:<sup>87</sup> “engineering design is a decision-making process”. Kroes menciona lo siguiente: “Simon (1996[1969]) considers this decision-making process to be all about the problem of making rational choices between available alternatives. Bucciarelli (1996) characterizes it more as a social process in which negotiations

---

<sup>86</sup> Esta definición no es compatible con algunas maneras de entender el saber cómo, incluso el mismo Ryle la desecha.

<sup>87</sup> Accreditation Board for Engineering and Technology.

between different stakeholders also play a role, thus stressing that more is involved in engineering design than mere instrumental rationality”.<sup>88</sup>

Si apoyamos la postura de Simon aceptaríamos que las decisiones ingenieriles no son independientes de ámbitos distintos al campo técnico. Esto afectaría de manera importante a las teorías sobre la epistemología y racionalidad tecnológica pues serían dependientes de otros campos. Si bien Skolimowski expresa que la tecnología se caracteriza por su capacidad de modificar el mundo de acuerdo con nuestros diseños, eso no implica de donde pueden provenir esos intereses, por eso considero que pueden existir dos grandes grupos de intereses tecnológicos, uno perteneciente a los intereses meramente ingenieriles y otro perteneciente a los valores no técnicos que a la vez pertenecen al grupo de todos aquellos objetivos, decisiones y medios que provienen de otras áreas como son las sociales, mercantiles o políticas. Tengo en mente el desarrollo de la bomba atómica, que si bien es un producto tecnocientífico, el objetivo de su realización no fue técnico, sino que provenía de un interés bélico. Otro caso es el de la *obsolescencia programada*, que incluso parece atentar en contra del progreso tecnológico, pues consiste en degradar a los dispositivos para que tengan una menor duración, en este caso por el interés mercantil.

Ahora bien, si no poseemos las herramientas de medición adecuadas ni un concepto que permita entrelazar valores técnicos y no técnicos, así como entre normatividad externa e interna, se compromete una toma de decisiones óptima. Autores como Kroes, mencionan que una posible solución a este problema ha sido optar por la *racionalidad instrumental* en la toma de decisiones en el diseño tecnológico. Así lo menciona:

The lack of clear criteria for evaluating the outcome of design processes also affects discussions about the role of rationality in engineering design. The ABET definition suggests that the decision-making in engineering design is strongly governed by instrumental rationality, that is, choosing the right means for realizing

---

<sup>88</sup> Peter Kroes, “Engineering Design”, en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 114.



a given end. The objective is set from outside, and the design process is about finding the optimal means to realize this objective.<sup>89</sup>

La labor del tecnólogo o ingeniero es convertir necesidades en dispositivos con funciones específicas: “The stated objective is laid down in what is usually called a list of specifications. This list is derived from the function that the thing to be designed (system, component or process) is required to perform; and that function, in turn, is related to certain human ends (needs)”.<sup>90</sup> Desde esta postura el desarrollo tecnológico se reduce a encontrar los mejores medios para llegar a un fin.

Si bien la fiabilidad puede servir para evaluar los mejores medios para un fin y en ese sentido ser un complemento para la racionalidad instrumental, pero como he mencionado antes, la tecnología también depende de intereses no técnicos y ni la racionalidad instrumental ni el fiabilismo son capaces de construir ese tipo de racionalidad al que me refiero. De nuevo el caso de la bomba atómica puede ser vista como un triunfo de la racionalidad instrumental y de la tecnociencia, pero una catástrofe para la humanidad y para un tipo de racionalidad que considere un arma de destrucción masiva como un peligro para todo tipo de vida. Este tipo de racionalidad amplia que funja como herramienta para medir tanto valores técnicos como no técnicos es lo que intento al menos bosquejar aquí, pero lamentablemente supera los límites de mi tesis.

Si bien Skolimowski menciona que el progreso tecnológico, es una vía para hacer mejor a los dispositivos ya existentes, la definición de ABET que presenta Kroes omite una parte crucial del desarrollo tecnológico: la invención y desarrollo de nuevos dispositivos. Así lo menciona el mismo Kroes:

Engineering design, therefore, is essentially a creative activity since it is all about creating new technical artifacts and processes. It is often thought that the use of rational problem-solving methods stifles creativity, especially within those engineering disciplines in which aesthetic criteria are more important. There is,

---

<sup>89</sup> Peter Kroes, “Engineering Design”, en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 115.

<sup>90</sup>Peter Kroes, “Engineering Design”, en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 112.

however, no reason to assume that creativity and rationality do not both make a valuable contribution to engineering design<sup>91</sup>.

Un dispositivo nuevo no surge solamente del pensamiento instrumental, sino que también puede implicar cierto tipo de creatividad. Por un lado, el razonamiento tecnológico demanda mejores procesos que satisfagan de mejor manera las necesidades actuales con mejor aprovechamiento de los recursos disponibles (tiempo, presupuesto, materiales, etc.) y, por otro lado, crear soluciones creativas a nuevos problemas y necesidades.

En este estado de la cuestión existen dos posturas a tomar en cuenta para elaborar el concepto de racionalidad:

- a) La racionalidad instrumental que se limita a cuestiones de medios y fines.
- b) La racionalidad puede definirse por consenso social (es decir que los diferentes agentes involucrados en el desarrollo tecnológico emitan sus resoluciones respecto a lo que se debe considerar como racional)

La racionalidad instrumental, tiene tanto desventajas como la que antes mencionó Kroes, respecto a que usualmente no incluye a la creatividad y no es capaz de dar cuenta de nuevos procesos de desarrollo tecnológico, también es susceptible de ignorar los efectos secundarios del desarrollo tecnológico, pues hace parecer que la tecnología es éticamente neutra. Esto dependiendo de la situación puede ser peligroso, ya que el daño al medio ambiente por desarrollos tecnológicos irresponsables puede ser irreparable. Así la apertura a los valores no epistémicos como pueden ser lo promovidos por las ciencias sociales y las humanidades, no tienen por qué ser un freno negativo a la tecnología, sino una consulta necesaria para la toma responsable de decisiones. Por otra parte, el consenso social parecería ser una buena opción siempre y cuando exista un equilibrio entre el consenso y las necesidades del desarrollo tecnológico.

---

<sup>91</sup> Peter Kroes, "Engineering Design", en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 118.

En resumen, tanto a) como b) son problemáticas si son consideradas individualmente. Esto debido a que los análisis promovidos por cada una terminan siendo estrechos y no permiten visualizar el panorama completo. En el caso de la racionalidad instrumental, aunque me parece pertinente para mejorar la toma de decisiones estrictamente técnicas, en este ámbito se puede apelar, por ejemplo, a medir la fiabilidad entre distintos tipos de procesos y funciones para así poder discernir entre cuál de ellos es más conveniente respecto al objetivo buscado. Es decir, la fiabilidad permite a la racionalidad instrumental tener elementos para actuar. En cambio, el problema con el consenso social es que no hay herramientas suficientes para poder valorar el impacto de los valores no técnicos en la toma de decisiones del desarrollo tecnológico (tomemos en cuenta los casos antes mencionados, la bomba atómica, y la obsolescencia programada). Queda esto a consideración de quien tenga intenciones de desarrollar el concepto de racionalidad en tecnología.

## Eficiencia

### **Direccionalidad e intencionalidad**

Hasta ahora hemos desarrollado diferentes herramientas que serán útiles para robustecer la estructura conceptual de la propuesta de Skolimowski, donde la intención es incluir diversos matices para estudiar al progreso tecnológico más allá de la mera eficacia. En mi tesis propongo utilizar la fiabilidad y el análisis de éxito contrafactual de Hawley para así poder evaluar y explicar en qué consiste dicha mejoría. Un objeto tecnológico fiable es aquel que procede de un proceso de desarrollo tecnológico que garantiza que el objeto tendrá un desempeño (acción) intencional hacia tener éxito bajo ciertas condiciones. El éxito y las condiciones sirven para captar en qué y dónde mejoro un dispositivo, (claro siempre y cuando haya mejoría de algún tipo) considero que esto capta la idea que Skolimowski tenía de eficacia, pero además la fiabilidad puede ser entendida en dos vías, la primera como la incorporación de una disposición a un dispositivo (cuando algo nuevo se fabrica se trabaja para que sea confiable) y como una propiedad perteneciente a objetos que han sido producidos por medio de procesos tecnológicos que ya eran conocidos como fiables, el ejemplo que da Alston es el de la propiedad de elasticidad de una banda elástica, así lo fiable de un

objeto puede ser explicado a través de la propiedad de fiabilidad de un objeto incorporada en su proceso tecnológico de fabricación. Los conceptos que añado a la propuesta de Skolimowski tienen la ventaja de explicar de dónde proviene la mejoría, cómo se da, en qué condiciones y si es intencional, aclaraciones que Skolimowski no plantea en su propuesta.

Ahora bien, en mi tesis he planteado dos valores principales para explicar el progreso tecnológico: la eficacia, que ha sido el tema en cuestión en los apartados anteriores, y la eficiencia, que tiene la función de explicar en qué consiste controlar los procesos tecnológicos a desarrollar, así como que un dispositivo funcione de la manera en que fue concebido.

Sobre como evaluar la capacidad de un dispositivo tecnológico existen dos aristas a considerar: a la primera la denominaré *direccionabilidad*, que se enfoca en limitar lo que un dispositivo debe hacer, dentro del dominio de este concepto se encuentran las características que debe poseer un dispositivo para cumplir con su función.

Si bien parece extraño decir que los dispositivos poseen intenciones, no es así al mencionar que fueron diseñados para actuar con cierta intencionalidad. Los dispositivos cumplen con funciones específicas porque para ello se encuentran diseñados. En este sentido, su diseño es intencional y por ello también su desempeño. A continuación, desarrollaré con mayor profundidad estos dos conceptos.

A la segunda, la nombraré *intencionalidad*, ya que esta parte tiene como objetivo demostrar que el desempeño de un dispositivo tecnológico es planificado para ser intencional. Si bien parece extraño decir que los dispositivos poseen intenciones, no es así al mencionar que fueron hechos con cierta intencionalidad para actuar de una manera. Los dispositivos cumplen con funciones específicas porque para ello se encuentran diseñados. En este sentido, su diseño es intencional y por ello también su desempeño. A continuación, desarrollaré con mayor profundidad estos dos conceptos.

Como he dicho antes, el caso paradigmático en tecnológica es el diseño. Siguiendo a Peter Kroes, la función del diseño en la ingeniería es establecer una lista de especificaciones que los dispositivos tecnológicos deben cumplir. “The stated objective is laid down in what is usually called a list of specifications. This list is derived from the function that the thing to be designed (system, component or process) is required to perform; and that function, in turn, is related to certain human ends (needs)”.<sup>92</sup>

La función de la lista de especificaciones es establecer la gama de procesos que deben cumplirse dentro del desarrollo tecnológico. Establecerlo no es sencillo, pues cada característica en dicha lista posee condiciones particulares por medio de las cuales puede ser cumplida, donde también limita la gama de procesos a utilizar dependiendo de las necesidades.

La lista de especificaciones marca el plan general de desarrollo, no obstante, cada característica particular de la lista de especificaciones demanda de un subplan de desarrollo, pues requiere de un proceso específico para su ejecución. Esto mismo lo menciona Skolimowski al referirse a que los dispositivos se hacen mejores y, por ser mejores, también se convierten en más complejos.<sup>93</sup>

Ahora que contamos con la noción de lista de especificaciones, podemos relacionarla con las diferentes áreas en las que se divide la ingeniería. A partir de ello es posible notar que cada área ingenieril tiene una finalidad. Es decir, cada sección posee procesos y tareas específicas para cumplir con determinados objetivos. Al respecto, la función de la filosofía de la tecnología es proveer de conceptos para estudiar los fenómenos de desarrollo tecnológico y así lograr una mejor comprensión sobre los mismos.

La filosofía puede funcionar como un puente entre áreas que parecen disimiles como la medicina y la ingeniería. Más adelante presentaré un ejemplo de desarrollo tecnológico, que implica la interacción entre un equipo de ingenieros y un equipo de médicos. Una de las complicaciones que

---

<sup>92</sup>Peter Kroes, “Engineering Design”, en *A companion to the philosophy of technology*, ed. J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, (West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, 2009), 112.

<sup>93</sup> Véase el apartado sobre la Normatividad y criterios.

padecieron fue la falta de un lenguaje común que les permitiera mayor entendimiento para realizar sus labores.

En resumen, establecer criterios claros de éxito en la etapa de diseño es beneficioso para desarrollar mejores listas de especificaciones y procesos a cumplir. También sería útil incluir los siguientes casos en la direccionalidad del diseño: a) Establecer un mapa de fiabilidad de los procesos b) Incluir en qué condiciones específicas han sido exitosos, y c) Si es posible relacionar con situaciones *similares* en las que podrían ser exitosos. En contraparte, un área de diseño ineficiente sería aquella que no sabe hacia donde orientar sus objetivos, lo cual se puede traducir en desempeño errático y desperdicio de recursos tanto materiales como humanos.

## **Intencionalidad**

Como hemos visto antes, la labor del tecnólogo comienza detectando una necesidad y estableciendo un plan de acción para crear o mejorar un dispositivo tecnológico. Sin embargo, desde la propuesta del plan hasta su finiquito hay un elemento clave a considerar: la intención. Si bien antes he utilizado el concepto de intencionalidad para expresar una especie de garantía de que el desempeño de los agentes (individuos o grupos de trabajo) no surge por azar o de manera involuntaria, es pertinente explicar la relación que existe entre intención y planes de desarrollo, e intención y racionalidad.

En la propuesta de Skolimowski, se explica que el *progreso tecnológico* en la mayoría de los casos tiende a realizar dispositivos mejores. Esto implica que la mayoría de los dispositivos tecnológicos son perfectibles. Al respecto estas mejoras no surgen ni de la casualidad, ni del azar. En una amplia gama de casos, provienen de un área específica de la tecnología: el diseño y, para ser más específicos, del diseño intencional.

A partir de ahora me apoyaré en el trabajo de Diego Lawler, *Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención*. Si bien Lawler propone una manera general para caracterizar todo tipo de acciones intencionales y, aunque particularmente no considero que todas las acciones

intencionales se comporten de la misma manera, la caracterización de Lawler puede ser empleada en el caso del diseño tecnológico.

Para Lawler “actuar intencionalmente supone actuar con la idea de hacer algo para realizar otra cosa”.<sup>94</sup> La acción intencional pretende llegar a un objetivo y, como menciona Lawler, una teoría de la intención es ante todo una teoría de la intención sobre el futuro”.<sup>95</sup> Sin embargo, actuar intencionalmente no supone utilizar cualquier medio, sino que presupone escoger un *curso de acción* para lograr un objetivo. Para Lawler actuar intencionalmente, no debería entenderse solo en la acepción de actuar *voluntariamente* (lo cual implicaría agencia) ya que no integra una parte importante del concepto, pues quien actúa intencionalmente también está seleccionando la mejor opción de acuerdo con cierta perspectiva del caso. Para formular esta postura Lawler se apoya en Aristóteles, como lo explica en sus notas al pie de página.

La idea aristotélica, luego repensada por Tomás de Aquino (1988), puede resumirse en el siguiente esquema: (a) la elección es un elemento esencial en la acción humana. En cierto sentido, se puede explicar la acción a través de explicar la elección. Ahora bien, (b) las elecciones se explican dando cuenta de la formación de las intenciones en los procesos de deliberación. Y (c) estos procesos suponen la formación de planes de acción. Por consiguiente, (d) las intenciones suponen la formación de planes que explican las elecciones que dan cuenta de las acciones.<sup>96</sup>

Ahora bien, la perspectiva del caso incluye la situación bajo la que se tiene que actuar y los posibles medios de acción disponibles. Esto situándolo en el área de diseño es perceptible de mejor manera. Un diseñador debe utilizar sus conocimientos para seleccionar los materiales, características y la gama de procesos que los dispositivos deben cumplir. Todos estos elementos se pueden llegar a delimitar por diversos factores (objetivo, económico, normatividad, eficacia, etc.) por lo que su selección debe ser meticulosa. La intencionalidad en este sentido implicaría seleccionar entre diferentes posibilidades la mejor opción para poder mejorar o crear el dispositivo

---

<sup>94</sup>Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 57.

<sup>95</sup>Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 58.

<sup>96</sup>Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 55.

a futuro. Es cierto que varios de estos elementos ya han sido comentados en la sección anterior referente a la direccionalidad. Tanto direccionalidad como intencionalidad son conceptos que se complementan, los dispositivos tienden a ir hacia un sentido “hacerse mejores” pero para lograrlo hay que escoger la mejor vía posible y eso implica *intencionalidad*.

Lawler menciona una metáfora curiosa de Austin que sirve para entender la labor de las intenciones respecto a la acción y la planificación: “Austin lo expresa con la siguiente metáfora: tenemos una idea de lo que estamos haciendo: “como si fuera una lampara de minero en nuestra mente que ilumina siempre tanto delante como avanzamos”.<sup>97</sup> Esto nos hace llevar a pensar que de ninguna manera el diseño es una actividad rígida, sino una actividad racional creativa. Si bien los planes de acción son constitutivos del diseño, cada plan de acción siempre es susceptible a ser modificado. Como bien menciona Austin, dependiendo del avance que se tenga con la lámpara del minero hay nuevas dificultades y posibilidades a descubrir. Me parece que es mejor concebir que todo plan es parcial en cierta medida. Según lo menciona Lawler:

Si no hay nada que intentas hacer, entonces no hay ningún plan parcial que hayas formado y planees realizar; por el contrario, si has formado un plan y planeas llevarlo a cabo, entonces intentas algo: te conduces según tu “lampara de minero”. Por supuesto, siempre actúas en medio de un trasfondo de circunstancias: el mundo puede cambiar de forma no prevista: por tanto, tu “lampara de minero recorta su propia zona de oscuridad, esto es tu idea de lo que llevas entre manos y su realización, está el boicot de las contingencias del mundo.<sup>98</sup>

Antes hemos visto el análisis que realiza Hawley sobre el éxito contrafactual, que he aplicado para robustecer el concepto de eficacia. En resumen, son tres los elementos importantes de ese análisis a) Desempeño e intencionalidad) b) las condiciones y c) el éxito contrafactual. Respecto al desempeño se busca que sea fiable, es decir, que sea una disposición a tener éxito, pero también intencional, en el sentido antes mencionado, que se escojan para el dispositivo las mejores opciones a futuro. Como bien menciona Lawler: “Cuando buscamos la coordinación y la acción efectiva no deliberamos en el vacío; por el contrario, fijamos por adelantado planes parciales y

---

<sup>97</sup>Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 60.

<sup>98</sup> Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 61.



tendemos a reconsiderarlos cuando debemos enfrentar algún problema no previsto o disponemos de información nueva relevante”.<sup>99</sup> En gran medida la motivación del diseño tecnológico es encontrar nuevas y mejores soluciones para hacer mejores los dispositivos y por eso es importante que una teoría sobre el conocimiento tecnológico, y el quehacer tecnológico, capte de manera conceptual esta necesidad para poder servir como una herramienta para mejorar y optimizar la toma de decisiones. Esta es la manera en que lo enuncia Lawler:

una interpretación saludable (i.e. no insana) del razonamiento práctico dice que no hay un plan óptimo fuera o independientemente de las circunstancias del agente. Los planes deben adecuarse a sus capacidades y a las circunstancias de la deliberación. Desde este punto de vista, los planes se vuelven en muchos casos esquemas contingentes de acción. El curso de la deliberación entraña un proceso de planificación que está sometido a cuestiones prácticas contingente y particulares. A través de él se forma una intención cuya realización supone la ejecución de una elección.<sup>100</sup>

Si bien, no todas las acciones se guían por un plan, el progreso tecnológico, si debería poseer uno, en el sentido de deliberar para encontrar el mejor curso de acción posible de acuerdo con ciertas necesidades y objetivos. Por así decirlo, la *direccionabilidad*, delimita y establece hasta cierto punto, las necesidades, características, funciones y objetivos que debe poseer un dispositivo. La intencionalidad, sirve para encontrar los mejores medios para desarrollar un plan de acción para cumplir con la direccionabilidad de un dispositivo.

## **Convergencia**

En el capítulo primero he expuesto diversas razones y argumentos para fundamentar que la tecnología no debería considerarse como ciencia aplicada, sino como una actividad proveedora de

---

<sup>99</sup> Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 66

<sup>100</sup> Diego Lawler “Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 1 (2016): 75-76.

conocimiento. Si bien su carácter es híbrido, debido a que en el desarrollo tecnológico normalmente se emplean diversos tipos de conocimiento, como son, por ejemplo, conocimiento proposicional o conocimiento de habilidades. Es decir, el conocimiento tecnológico posee características y fines propios, como los que desarrollo a lo largo del capítulo segundo.

En este apartado me enfocaré en los casos en que la ciencia y la tecnología se interrelacionan, fenómeno que se denomina ‘*convergencia*’. Según William Sims y Mihail Roco, quienes son de los más importantes teóricos de la convergencia, definen a este fenómeno en los siguientes términos:

Scientists and engineers have long been aware of the tension between narrow specialization and multidisciplinary cooperation, between bottom-up and top-down approaches, between short-term and long-term perspectives, and between individual and collective effects, but now a major transformation is in process. Nature is a single coherent system, and diverse methods of scientific and engineering investigations should reflect this interlinked and dynamic unity. Accordingly, general concepts and ideas should be developed systematically in interdependence, with cause-and-effect pathways, for improved outcomes in knowledge, technology, and applications. At the same time, industrial and social applications rely on integration of disciplines and unification of knowledge.<sup>101</sup>

Para Sims y Roco, el estudio sobre la convergencia no solamente trata de entender la colaboración multidisciplinaria entre dos o más áreas, sino que, en primer lugar, establece de manera conceptual la estructura de este entrelazamiento, así como también estudia lo que se obtiene con ello, porque si bien, por ejemplo, la tecnología y la ciencia son distintas, al relacionarse ambas obtienen beneficios. Según Sims y Roco:

Convergence includes all relevant areas of human and machine capability that enable each other to allow society to answer questions and to resolve problems that isolated capabilities cannot, as well as to create new competencies, knowledge, technologies, and products on that basis.<sup>102</sup>

---

<sup>101</sup>William S. Bainbridge y Mihail C. Roco, “The Era of Convergence” en *Handbook of Science and Technology Convergence*, (New York: Springer, 2016) 2.

<sup>102</sup> William S. Bainbridge y Mihail C. Roco, “The Era of Convergence” en *Handbook of Science and Technology Convergence*, (New York: Springer, 2016) 2.

La intención de Sims y Roco es expandir los horizontes más allá de los fines de cada área de actividad específica, pues al compartir y entrelazar métodos se crea un sistema de ideas que puede responder mejor a las necesidades de nuestra época. “As technology provides the material basis for human life and science provides the best route to achieve correct understanding of the nature of human existence, both should serve the needs of human beings”.<sup>103</sup> La metodología sobre la convergencia entonces se convierte en una guía para poder desarrollar estos tipos entrelazamientos de mejor manera. Respecto a la ciencia y la tecnología, Sims y Roco mencionan aspectos clave a tomar en cuenta para facilitar y explotar la convergencia en estas áreas:

- (a) identifying the essential convergence platforms; (b) integrating originally distinct domains of science and technology; (c) establishing large multi-topic sets of databases and expert systems; (d) forming efficient science and production networks and ecosystems; and (e) introducing system science, team science, open learning, social networking, linking of diverse cultural environments, and other methods that take advantage of interdependence.<sup>104</sup>

También es importante mencionar que, en el proceso de convergencia, dos o más áreas *convergen* para solucionar problemas en común. Esto a través del descubrimiento y la invención, en el proceso de *divergencia* cada área utiliza el conocimiento obtenido para dar una solución nueva a sus problemas específicos. Es decir, en tecnología, el conocimiento adquirido sirve para mejorar o crear un dispositivo. Según Roco: “Scientific discovery and technological innovation in various areas evolve in coherence but in a nonuniform manner. This process leads to domains of scientific convergence, technology integration, and divergence of knowledge and applications into new fields”.<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup>William S. Bainbridge y Mihail C. Roco, “The Era of Convergence” en *Handbook of Science and Technology Convergence*, (New York: Springer, 2016) 7.

<sup>104</sup> William S. Bainbridge y Mihail C. Roco, “The Era of Convergence” en *Handbook of Science and Technology Convergence*, (New York: Springer, 2016) 22.

<sup>105</sup>Mihail C. Roco, “Convergence-Divergence Process” en *Handbook of Science and Technology Convergence*, (New York: Springer, 2016) 79.

A continuación, mostraré un caso de desarrollo e invención tecnológica enfocado en el área de la salud, el cual servirá tanto para mostrar la manera en que funciona el progreso tecnológico como la convergencia entre ciencia y tecnología.

### **El caso de Golesworthy**

Como hemos visto, principalmente la función de la tecnología es resolver un problema. En ocasiones un problema nuevo se presenta y para encontrar una solución el tecnólogo debe implementar y combinar conjuntos de procesos (fiables) que han sido exitosos en ciertos contextos, pero también busca implementar esos procesos en nuevos contextos con la intención de conseguir objetivos distintos (creatividad e innovación). Generalmente el conocimiento que emplean los tecnólogos e ingenieros puede provenir de diversas fuentes.

A continuación, desarrollaré un ejemplo de cómo suceden este tipo de acontecimientos: Tal Golesworthy, ingeniero de incineradores y calderas, padece síndrome de Marfan, el cual es un trastorno hereditario que provoca la dilatación progresiva de la aorta. Para paliar esta condición es necesaria una cirugía. En palabras de Golesworthy: “The surgery on offer was pretty gruesome. Anesthize you, open your chest put you on an artificial heart and lung machine, drop your body temperature to about 18 centigrade, stop your heart, cut the aorta out, replace it with a plastic valve and a plastic aorta. And most importantly, commit you to a lifetime of anticoagulation therapy. Normally warfarine”.<sup>106</sup>

Para evitar la cirugía Golesworthy decidió utilizar sus conocimientos ingenieriles sobre calderas y tuberías para tratar la dilatación de su aorta. El problema central era el siguiente: “The only real problem with the ascending aorta in people with Marfan syndrome is that it lacks some tensible strength”.<sup>107</sup> La solución: “So, the possibility exists to simply externally wrap the pipe and it would remain and operate quite happily”.<sup>108</sup> Esta solución es bastante usual para sistemas de alta presión hidráulicos. Para lograr ejecutar su propuesta de solución Golesworthy reunió un equipo

---

<sup>106</sup>Tal Golesworthy: *Cómo reparé mi propio corazón* (Ted Talks, 2012), Vídeo.

<sup>107</sup>Tal Golesworthy: *Cómo reparé mi propio corazón* (Ted Talks, 2012), Vídeo.

<sup>108</sup>Tal Golesworthy: *Cómo reparé mi propio corazón* (Ted Talks, 2012), Vídeo.

multidisciplinario con médicos e ingenieros, especializados en distintas áreas. Comenzó utilizando imágenes de resonancias magnéticas y tomografías computarizadas para construir un modelo de la aorta del paciente en CAD. Después de un iterativo proceso de diseño, consiguieron establecer un modelo base computarizado para convertirlo en un modelo de plástico sólido, mismo que sirvió como muestra de la aorta del paciente. Su función era revestirlo con una malla textil porosa hecha a la medida. Este dispositivo médico recubre la aorta y evita la dilatación progresiva. A este tratamiento se le denominó: “[T]he composite aortic root graft”.<sup>109</sup>

En comparación con el otro tratamiento existente hay cuatro puntos que considerar: en primer lugar, el tiempo de operación se reduce de seis horas a cuatro. Segundo, la cirugía no requiere bajar la temperatura corporal. Tercero, no requiere medicinas anticoagulantes como la warfarina. Cuarto, se necesita terapia antibiótica.

Podemos analizar este caso de diseño de un nuevo dispositivo médico desde la convergencia y el progreso tecnológico. Goleworthy es un tecnólogo con un problema médico, pero él lo relaciona con su campo de conocimiento, es decir, su saber sobre calderas y tuberías. Este tipo de conocimiento es la base para la analogía de Goleworthy y permite que comience a plantear la dirección de las soluciones para su condición de salud, pues lo que usualmente es fiable para solucionar problemas en su labor ingenieril puede también ser fiable al ser aplicado en el área médica. En general esta manera de plantear soluciones se debe a que este es un problema nuevo sin antecedentes ingenieriles, por lo cual no es posible mejorar un dispositivo, sino que es necesario crearlo.

En primera instancia, Goleworthy apela al único conocimiento fiable que tiene a la mano, a saber, su conocimiento sobre tuberías. Este conocimiento le permite a Goleworthy tomar decisiones racionales respecto a la elaboración del plan de acción. Ya con un punto de partida puede dotar de intencionalidad y direccionalidad al proyecto de diseño, porque su equipo puede establecer cuáles son las características y necesidades requeridas para que el dispositivo cumpla con su objetivo: evitar la dilatación de la aorta. Este es un buen ejemplo de cómo funciona el desarrollo y el

---

<sup>109</sup>Tal Goleworthy: *Cómo reparé mi propio corazón* (Ted Talks, 2012), Vídeo.

progreso tecnológicos: se detecta un problema y se elabora un dispositivo para solucionar dicho problema. En el medio se encuentra el diseño tecnológico, y lo que ya antes he mencionado, que implica crear un plan de acción y traducir necesidades teóricas a características, procesos y objetivo; posteriormente segmentar la labor en grupos de trabajo y finalmente conjuntar la solución del problema para proceder al desarrollo físico de su implementación. Es importante también mencionar la función de la creatividad, y en este caso fue la relación que hizo Golesworthy entre su conocimiento ingenieril y la manera en que podía curar su aorta.

Ahora bien, el ejemplo anterior también es útil para entender la manera cómo funciona la convergencia: dos o más sistemas disimiles compartieron ideas e información, para solucionar un problema en común. Por ejemplo, el médico que se encargó de tomar las resonancias magnéticas y las tomografías computarizadas apeló a cierto tipo de conocimiento. De la misma manera, quien utilizó dichas imágenes para diseñar un modelo en CAD, supo cómo utilizar imágenes médicas para computarizarlas a través de un programa de diseño ingenieril que culminó en la creación de un modelo físico que utilizó procesos para no perder información valiosa del modelo virtual. También quien seleccionó la malla textil, debía poseer conocimientos prácticos sobre el uso de diferentes tipos de mallas, en diferentes contextos y fines, para seleccionar la más adecuada. Finalmente, el equipo de cirujanos poseía conocimientos sobre cómo hacer cirugías de la aorta y utilizaron este conocimiento para realizar el nuevo procedimiento que resultó ser exitoso y perfectamente comprobable por sus resultados.

En el caso de Golesworthy, existen dos tratamientos: a) el tratamiento tradicional con anticoagulantes y b) el tratamiento propuesto por Golesworthy. Ambos tratamientos son eficaces en el sentido de que cumplen con el objetivo de evitar que la enfermedad de Golesworthy sea fatal. Sin embargo, es claro que el tratamiento b) es mejor que el otro, porque tiene más beneficios y menos efectos secundarios.

Si el equipo de Golesworthy no hubiera tenido éxito, no hablaríamos de él, ni de la forma en que trabajaron. Pero, como su propuesta fue exitosa e incluso fue mejor que el anterior tratamiento, ello demuestra que es eficaz y, como la propuesta también funciona de la manera que se

propusieron los involucrados, demuestra que es fiable (el dispositivo fue diseñado para tener propensión a tener éxito sobre la enfermedad de Golesworthy).

El ejemplo de Golesworthy es una muestra de cómo se desarrolla la labor tecnológica y se produce la convergencia. Además, los conceptos acerca del “progreso tecnológico” y el diseño, son útiles para poder comprender dicha labor. Por otra parte, es importante recalcar que en la actualidad la mayoría de las actividades ingenieriles implican especialistas de otras áreas, lo cual corresponde a la cooperación multidisciplinaria. Pero más allá de eso, creo que los proyectos se pueden visualizar desde otros horizontes: me refiero a que cada grupo de trabajo no solamente realiza su labor en una actividad específica, sino que colabora en la creación de sistemas de ideas a partir del entrelazamiento de los distintos tipos de conocimientos para así poder relacionar la solución de un problema en común. A esto se refiere Sims y Roco cuando hablan de convergencia, y es lo que sucedió en el caso de Golesworthy.

## **Conclusiones**

Respecto al estudio del conocimiento tecnológico, el análisis de Skolimowski sobre la distinción entre la tecnología y la ciencia a partir de los conceptos de progreso científico y progreso tecnológico es relevante porque permite separar ambas disciplinas. Mientras que el progreso científico se centra en el aumento del conocimiento sobre el mundo, el progreso tecnológico se enfoca en resolver problemas prácticos y crear dispositivos tecnológicos eficaces para satisfacer necesidades humanas, es decir, la tecnología se enfoca en modificar el mundo.

Separar ambas áreas de conocimiento permite estudiar y comprender con mayor claridad la naturaleza de la tecnología, se revela la diversificación y complejidad de la tecnología, como es el caso de la ingeniería que se subdivide en distintas ramas, cada una con un enfoque específico para solucionar problemas concretos.

Si bien, las diferentes tecnologías responden a necesidades específicas, es posible encontrar en todas ellas una estructura similar. Esencialmente la tecnología resuelve problemas prácticos,

traduce necesidades en especificaciones, y posteriormente crea o mejora dispositivos capaces de cumplir y solucionar los problemas iniciales.

Las mejoras en los dispositivos tecnológicos, descritas a través del “progreso tecnológico” por Skolimowski, ilustran la evolución histórica y el enfoque en optimizar funciones y cumplir con las necesidades cambiantes de la sociedad. Esta tendencia en optimizar dispositivos tecnológicos es lo que Skolimowski denomina una persecución de la eficacia. Sin embargo, para apuntalar la postura de Skolimowski, ya que entender a la tecnología desde este punto de vista no capta toda la complejidad y vastedad del conocimiento tecnológico y de la innovación tecnológica, es necesario añadir algunos conceptos como el fiabilismo, la racionalidad, la intencionalidad, la direccionalidad, además de analizar algunos otros como es el caso del éxito contrafactual (eficacia).

La tecnología puede ser explicada y evaluada en términos de fiabilidad, entendida como la disposición o propensión de un proceso o dispositivo para ser exitoso en su función. A la vez, la fiabilidad es susceptible de poseer historia causal, misma que puede ayudar a comprender el desempeño intencional de los dispositivos tecnológicos. Por otra parte, la fiabilidad y el análisis del éxito contrafactual se entrelazan debido a que no es suficiente que un dispositivo sea exitoso, sino que también debe ser fiable, y esto significa que además de ser exitoso, debe serlo bajo ciertas condiciones y circunstancias, mismas que permitirán evaluar su desempeño intencional. Así la fiabilidad será un criterio para la evaluación tanto de procesos como de dispositivos, permitiendo graduar su éxito y reducir el margen de error en el desarrollo tecnológico.

La racionalidad es fundamental para discernir entre procesos y funciones convenientes para lograr los objetivos trazados. En esta situación una teoría híbrida sería lo más conveniente pues la labor tecnológica, al involucrar diversas disciplinas, requiere de herramientas que permitan la convivencia responsable entre valores técnicos, como lo pueden ser ciertos procesos para usar un material específico, (por ejemplo, el litio) y valores no técnicos como pueden ser, su comercialización y explotación (problemas éticos y ambientales).



Referente a la direccionalidad y la intencionalidad, estos conceptos se centran en las características y especificaciones que un dispositivo debe tener para cumplir su función. Principalmente, se vinculan con el diseño tecnológico, mismo que es un aspecto clave en la distinción entre ciencia y tecnología. En gran medida esto se debe a que el diseño tecnológico establece criterios claros de éxito para así desarrollar los procesos y las especificaciones requeridas.

La direccionalidad evita que el diseño sea errático y que, por lo tanto, se desperdicien recursos, en tanto que la intencionalidad busca que el desarrollo de los dispositivos y los dispositivos mismos funcionen de la manera esperada. Este concepto implica que las acciones realizadas por los tecnólogos no son aleatorias o fortuitas, sino que están guiadas por un propósito claro y una visión de lograr algo específico a través de la tecnología. La eficiencia del progreso tecnológico radica en una combinación adecuada entre eficacia, racionalidad, direccionalidad e intencionalidad en el diseño.

Estudiar la naturaleza y la manera en que se desarrolla la tecnología, permite captar en qué consiste el conocimiento tecnológico y cuáles son sus características. El conocimiento tecnológico es un conocimiento diverso, (que difícilmente podría ser encasillado en uno solo como pensaba Bunge), ya que combina varios tipos de conocimientos (como son el saber cómo, el conocimiento proposicional, el conocimiento de hechos) y tiene como función modificar el mundo, esto a través de la creación de herramientas, ya sean dispositivos o artefactos tecnológicos.

Finalmente lo descrito en el párrafo anterior se puede apreciar en el caso de Ted Golesworthy, si bien este es un caso de convergencia, tanto la tecnología como la ciencia cumplen una función determinada en dicho caso. Por un lado, un ingeniero aplicó su conocimiento en ingeniería de calderas y tuberías para curar y resolver un problema de salud personal. A través de la colaboración entre ingenieros y médicos, se diseñó un dispositivo médico innovador que demostró ser más eficaz y menos invasivo que los tratamientos convencionales, evidenciando cómo el conocimiento (tanto científico como tecnológico) y las habilidades de diferentes dominios pueden integrarse para resolver problemas complejos.

## Bibliografía

- Alston, William P. «¿Cómo concebir la fiabilidad?» En *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, de Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos, 233-274. Ciudad de México: UNAM, 2013.
- Araiza Bravo, Hugo. «Introducción a la filosofía de la tecnología.» En *Ensayos de filosofía de la ciencia y la tecnología*, editado por Nydia Lara Zavala. Ciudad de México: UNAM, 2016.
- Bengson, John, y Marc A. Moffet, . *Knowing How*. New York: Oxford University Press, 2011.
- Brown, Harold. *La nueva filosofía de la ciencia*. Madrid: Editorial Tecnos, 1994.
- Bunge, Mario. «Technology as Applied Science.» *Technology and Culture*, 1966: 329-347.
- Carnap, Rudolf. *La superación de la metafísica por medio del análisis lógico del lenguaje*. México: UNAM, 1961.
- Creath, Richard. «Logical Empiricism.» *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 2017. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/logical-empiricism/> (último acceso: 2019).
- Cupani, Alberto. «La peculiaridad de el conocimiento tecnológico.» *SCIENTIÆ Studia*, 2006: 353-371.
- David, Lewis. «Finkish dispositions.» *The Philosophical Quarterly*, 1997: 143-158.
- Dusek, Val. «Introduction: Philosophy and Technology.» En *A Companion to the Philosophy of Technology*, editado por J. K. B Olsen, S. A Pedersen y V. F. Hendricks, 131-140. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2009.
- Eraña Lagos, Ángeles. «Racionalidad, Agencia y Normatividad.» En *Perspectivas y horizontes de la filosofía de la ciencia a la vuelta del tercer milenio*, editado por Ana Rosa Pérez Ransanz, 35-60. Distrito Federal: UNAM, 2005.
- Fantl, Jeremy. «Knowledge How.» *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 2017. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/knowledge-how/> (último acceso: 2019).
- Franseen, Maarten. «Analytic Philosophy of Technology.» En *A Companion to the Philosophy of Technology*, editado por J. K. B Olsen, S. A Pedersen y V. F. Hendricks, 184-188. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2009.
- Franssen, Maarten and Lokhorst, Gert-Jan and van de Poel, Ibo. «Philosophy of Technology.» *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 6 de Septiembre de 2018. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/technology/> (último acceso: 2019).
- Goldman, Alvin I. «¿Que es una creencia justificada?» En *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, de Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos, 199-312. Ciudad de México: UNAM, 2013.
- Hawley, Katherine. «Success and Knowledge-How.» *American Philosophical Quarterly*, 2003: 19-31.
- Hughes, Jesse. «Practical Reasoning and Engineering.» En *Philosophy of Technology and Engineering Sciences*, editado por Anthonie Meijers, 375-404. Amsterdam: North Holland, 2009.
- John, Williams. «Propositional Knowledge and Know-How.» *Synthese*, 2008: 107-125.

- Karns Alexander, Jennifer. «The Concept of Efficiency: An Historical Analysis.» En *Philosophy of Technology and Sciences*, editado por Anthonie Meijers, 1007-1030. Amsterdam: North Holland, 2009.
- Karns Alexander, Jennifer. «Thinking Again about Science and Technology.» *The University of Chicago Press on behalf of The History of Science Society*, 2012: 518-526.
- Kieran, Setiya. «Knowing how.» *Proceedings of the Aristotelian Society*, 2012: 285-307.
- Kline, Stephen. «What is technology?» *Bulletin of Science Technology & Society*, 1985: 215-218.
- Kornblith, Hilary. «Internismo y externismo: breve introducción histórica.» En *Teorías contemporáneas de la justificación epistémica*, editado por Claudia Lorena García, Ángeles Eraña y Patricia King Dávalos, 320-329. Ciudad de México: UNAM, 2013.
- Kroes, Peter. «Engineering Design.» En *A Companion to the Philosophy of Technology*, editado por J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, 112-117. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2009.
- Kroes, Peter, Franssen Maarten, y Louis Bucciarelli. «Rationality in Design.» En *Philosophy of Technology and Engineering Sciences*, editado por Anthonie Meijers, 565-600. Amsterdam: North Holland, 2009.
- Lara Rosano, Felipe. «Actores y procesos en la innovación tecnológica.» En *Tecnología conceptos, problemas y perspectivas*, de Felipe Lara Rosano, 5-21. México: Siglo XXI Editores, 1998.
- Lara Zavala, Nydia. «Ética y tecnología .» En *Tecnología conceptos, problemas y perspectivas*, de Felipe Lara Rosano, 109-122. México: Siglo XXI Editores, 1998.
- Lara Zavala, Nydia, Mejía Barreto Lorena, y Carlos Prieto Mendoza. «Efectos tecnológicos y conocimiento científico.» *Argumentos de Razón Técnica*, 2015: 167-185.
- Lawler, Diego. «Actuar intencionalmente: esbozo de una teoría de la intención.» *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 2016: 53-86.
- M. Meijers, Anthonie W, y Marc De Vries. «Technological Knowledge.» En *A Companion to the Philosophy of Technology*, editado por J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen y V. F. Hendricks, 70-74. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2009.
- Marcos, Alfredo. «El problema de la racionalidad reconsiderado: prudencia y falibilismo.» En *Ciencia y acción una filosofía práctica de la ciencia*, de Alfredo Marcos, 104-131. Ciudad de México: FCE, 2010.
- Marcos, Alfredo. «Es cuento largo: la búsqueda de la certeza y la reclusión de la filosofía de la ciencia en el contexto de justificación.» En *Ciencia y acción una filosofía práctica de la ciencia*, de Alfredo Marcos, 25-60. Ciudad de México: FCE, 2010.
- McCain, Kevin. «The Traditional Account of Knowledge.» En *The Nature of Scientific Knowledge*, de Kevin McCain, 277. Springer: New York, 2016.
- Mumford, Lewis. «Agentes de la mecanización.» En *Técnica y civilización*, de Lewis Mumford, traducido por Constantino Aznar de Acevedo, 79-125. Madrid: Alianza Editorial, 1971.
- . *El mito de la máquina, técnica y evolución humana*. Traducido por Arcadio Rigodón. La Rioja: Pepitas de calabaza ed., 2017.
- Neurath, O, Hans H, y Rudolf Carnap. «Manifiesto del Círculo de Viena.» *Redes*, 1929 (2002): 103-149.
- Nightingale, Paul. «Tacit Knowledge and Engineering Design.» En *Philosophy of Technology and Engineering Sciences*, editado por Anthonie Meijers, 351-374. Amsterdam: North Holland, 2009.

- Pereda, Carlos. «Racionalidad.» En *Racionalidad ensayos sobre la racionalidad en ética y política, ciencia y tecnología*, de León Olivé, 295-326. México: Siglo XXI Editores, 1988.
- Platón. «Fedón.» En *Diálogos III*, de Platón, 24-142. Madrid: Gredos, 1988.
- Quallenberg Menkes, Ian. «La diferencia entre ciencia y tecnología.» *Iberofórum*, 2012: 228-252.
- Reyes Escobar, Jorge Armando. «Epistemología y Pragmatismo.» *Theoría. Revista Del Colegio De Filosofía*, 2018: 105-120.
- Roco, Mihail C. «Convergence-Divergence Process.» En *Handbook of Science and Technology*, 79-94. New York: Springer, 2016.
- Ryle, Gilbert. «Knowing how and knowing that.» En *The Concept Of Mind*, de Gilbert Ryle, 14-48. New York: Routledge, 1949.
- Ryle, Gilbert. «Knowing How and Knowing That: The Presidential Address.» *Proceedings of the Aristotelian Society*, 1945: 1-16.
- Sandoval Salazar, Ricardo. «Educación científica e interculturalismo en la "era del conocimiento": una aproximación crítica desde la filosofía de la ciencia".» *Theoria: Revista del Colegio de Filosofía*, 2015: 31-48.
- Sims Bainbridge, William, y Mihail C. Roco. «The Era of Convergence.» En *Handbook of Science and Technology Convergence*, 1-14. New York: Springer, 2016.
- Skolimowski, Henryk. «The Structure of Thinking in Technology.» *Technology and Culture*, 1966: 371-383.
- Stanley, Jason, y Timothy Williamson. «Knowing How.» *Journal of Philosophy*, 2001: 411-444.
- Tomasini Bassols, Alejandro. *Las funciones de la filosofía*. D. F.: UNAM, 1998.
- Vallverdú, Jordi. «Apuntes epistemológicos a la e-ciencia.» *Revista de Filosofía*, 2008: 193-214.

## Elementos audiovisuales

TED. «Tal Golesworthy: cómo reparé mi propio corazón». Vídeo de Youtube, 13:14. Publicado el 12 de abril de 2012. <https://www.youtube.com/watch?v=9-qHrhrTktc>.