

01048



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

REALISMO Y EXPERIMENTACIÓN EN
LA PROPUESTA DE IAN HACKING.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:

NADIA REYES CERÓN

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ANA ROSA PÉREZ RANSANZ



CIUDAD UNIVERSITARIA

2005

m 342661



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.

Para ti mamita linda. Muchas gracias
por todo lo que me has dado.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Reyes Cerón Nadia

FECHA: 6-abril-2005

FIRMA: Reyes

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecerle, principalmente, al Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología por la beca (2002-2004) que recibí para estudiar la Maestría en Filosofía de la Ciencia en el Instituto de Investigaciones Filosóficas. Esta tesis es el producto final de dicha beca. También tengo que agradecerle a la Dirección General de Estudios de Posgrado, de la Universidad Nacional Autónoma de México, por la beca que recibí.

Quiero decirle a la Dra. Ana Rosa Pérez Ransanz y al Dr. León Olivé que siento un profundo respeto y admiración por ellos, pues durante el tiempo en el que mis compañeros y yo los hemos necesitado para aprender y compartir la paciente labor de la reflexión filosófica, ellos estuvieron siempre atentos a nuestras dudas, a sugerirnos algún autor, a prestarnos sus libros, a platicar con nosotros después de las clases, en fin, nos han dado tanto. De mi parte para ambos: muchas gracias por todo maestros.

Al Dr. Carlos López Beltrán y a todos los demás profesores(as) e investigadores (as) del Instituto, gracias por sus clases, sus conferencias y su tiempo para revisar con detenimiento mis tareas, las cuales de una u otra manera han contribuido a la elaboración de este trabajo. Le doy gracias también a Eduardo González de Luna y a Rodolfo Suárez por la paciente revisión que hicieron de mi tesis. Sin sus comentarios y observaciones no habría sido posible “afinar” más cada una de estas páginas. Y por último, gracias a la UNAM y a todas las personas involucradas en la organización del Seminario del Posgrado del Instituto, pues todos ellos hacen posible que podamos escuchar a filósofos o científicos que son especialistas en sus campos de estudio y que gozan de un amplio reconocimiento tanto nacional como internacional.

N. R. C.

ÍNDICE.

Página

INTRODUCCIÓN.....	5
CAPITULO I. EL REALISMO CIENTÍFICO DE IAN HACKING.	
I.1 Charles S. Peirce: precursor del pensamiento de Ian Hacking.....	7
I.2 Ian Hacking: el realismo científico.....	16
I.3 Representación e intervención.....	21
CAPÍTULO II. CIENCIA Y TECNOLOGÍA.	
II.1 Ciencia y experimentación.....	33
II.2 Tecnología: técnica, diseño y artefactos.....	35
II.3 Observación.....	44
CAPITULO III. REALISMO CIENTÍFICO E INTERVENCIÓN.	
III.1 La tríada: especulación, cálculo y experimento.....	58
III.2 La tensión esencial, experimentos y entidades.....	67
CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	81

INTRODUCCIÓN.

La columna vertebral de esta investigación es el libro de Ian Hacking *Representar e intervenir*, el cual ofrece un acercamiento original a la añeja discusión metafísica sobre el problema del realismo. El objetivo de este trabajo es mostrar por qué resulta tan fuerte el realismo de entidades que propone Hacking en ese texto, analizando cómo enfrenta los argumentos del antirrealismo. Para cumplir con nuestro objetivo hemos dividido el trabajo en tres capítulos. En el capítulo I exponemos las ideas de Peirce con respecto al pragmatismo y establecemos una correlación entre éstas y las tesis que Hacking defiende. Hacking se cataloga a sí mismo como un antirrealista acerca de las teorías y acepta abiertamente ser un realista sobre una base más pragmática. Exponemos la concepción de Hacking con respecto a ¿qué significa ser un realista científico? Para Hacking, la resolución de problemas, la representación y la intervención exitosa que los científicos hacen en el mundo, constituyen el principal objetivo de la empresa científica.

En el capítulo II analizamos las relaciones entre la teoría y el experimento. En este respecto consideramos pertinente traer a la discusión las diferencias y relaciones entre la ciencia y la tecnología, dado que Hacking no fue muy explícito al respecto. Para ello recurrimos a dos filósofos de la tecnología: Miguel Ángel Quintanilla y Fernando Broncano. Basándonos en sus ideas, presentamos las relaciones que se dan entre técnica, diseño, artefactos, tecnología y ciencia. Y para cerrar este capítulo, analizamos la concepción de Hacking acerca de estas nociones, así como su noción de observación. También presentamos la distinción que establece Grover Maxwell entre “entidad teórica” y “entidad observable”, intentando mostrar el fuerte acuerdo de Hacking con la tesis de que la observabilidad de las entidades no tiene nada que ver con su *status* ontológico, tesis que

Maxwell defiende. Hacking está convencido de que su argumento sobre la experimentación exitosa es la mejor carta que tenemos para debilitar los ataques antirrealistas y argumentar a favor de un realismo robusto.

Comenzamos el capítulo III elucidando qué entiende Hacking por especulación, cálculo y experimento. Hacking retoma algunas ideas de Kuhn, como las de la ciencia normal y tradiciones de investigación científica, para dar un mayor soporte a su propia posición. Analizamos también la noción de fenómeno formulada por Hacking, e intentamos, al final, destacar ciertos vínculos relevantes entre las tesis de los autores aquí considerados.

Debemos apuntar que también hicimos referencia a algunas ideas de John Dewey, Luis Villoro y Paul Feyerabend, con el fin de dar un mayor sustento a las tesis que Hacking defiende y que, por nuestra parte, suscribimos. Por último, consideramos pertinente referir algunos episodios de investigación para encarnar aquí las ideas de Hacking para lo cual recurrimos a los siguientes casos de la historia de la ciencia: los distintos usos y referentes de la palabra “fósforo”, William Harvey y la circulación sanguínea, Edward Jenner y la viruela, Thomas Alva Edison y el dispositivo para registrar mecánicamente los votos del Congreso y, finalmente, Galileo y el telescopio

CAPITULO I EL REALISMO CIENTÍFICO DE IAN HACKING.

I.1 Charles S. Peirce: precursor del pensamiento de Ian Hacking.

Los orígenes del pragmatismo se remontan a Charles Sanders Peirce, quien por desgracia no fue un escritor estrictamente sistemático. Charles Sanders Peirce (1839-1914) es considerado el fundador de la filosofía pragmatista estadounidense. Era un filósofo y un científico que estaba familiarizado con las mediciones pues trabajó en la oficina de costas y geodesia de los Estados Unidos, así como en el observatorio Lowell de Boston. Dewey¹ dice que el término “pragmático” le fue sugerido a Peirce por el estudio que hizo de Kant, específicamente de la obra *Metafísica de las costumbres*, donde Kant establece una distinción entre pragmático y práctico: el término “pragmático” se aplica a las reglas del arte y la técnica que están basadas en la experiencia y son aplicables a ella, mientras que el término “práctico” se aplica a las leyes morales que Kant consideraba *a priori*. Peirce poseía los hábitos mentales de un *buen experimentador* y no le pareció que “practicalismo” fuera un buen nombre para su sistema.

Según Peirce, el método pragmático tendría que ayudarnos a aclarar los conceptos o a construir definiciones adecuadas y eficaces de acuerdo con el espíritu del método científico. Peirce pensaba que los términos kantianos “*praktisch*” y “*pragmatisch*” distan mucho uno del otro: “el primero pertenece a una región del pensamiento en la que ninguna mente de índole experimental jamás puede estar segura de pisar terreno firme, el segundo expresa la relación con algún propósito humano definido” (Dewey, 2000, pág. 62). Dewey dice que la mejor manera de entender el significado exacto que Peirce le daba a la palabra

¹ John Dewey. *La miseria de la epistemología. Ensayos de pragmatismo*. Edición, traducción y notas de Ángel Manuel Faerna. España, Editorial Biblioteca Nueva, 2000, de la página 61 a la 80.

“pragmático” consiste en pensar que Peirce hacía alusión a la mente de índole experimental, *i.e.*, un experimentalista es alguien cuya inteligencia se ha formado en el laboratorio. Al respecto Feyerabend² piensa que no hay que olvidar que hay un contexto histórico específico (*historical background*) al que los diferentes grupos de científicos pertenecen y dentro del cual coexisten diferentes métodos prácticos. Con el paso del tiempo los diversos campos de investigación científica van delimitándose; se van haciendo las correcciones pertinentes. Feyerabend dice, por ejemplo, que:

The fourteenth century saw the rise of artisans, artists, and sailors to importance and respectability. Navigators discovered the West African coast, found the best routes to the East, increased the power of Spanish and Portuguese kings, corrected maps, and refuted ancient geographical ideas; artists found the laws of central perspective and corrected them to establish a closer fit between geometry and human vision; artisans contributed to the knowledge of metals and minerals; herbalists enriched medicine. The eyeglass was known as early as the thirteenth century, and the telescope was invented in Holland by artisans long before there was a ‘scientific’ understanding of its principles. (Feyerabend, 1981, págs. 15- 16)

Es, a través de la práctica, que el proceder de esos descubridores, inventores y pensadores pone a prueba a las teorías más viejas para demostrar en dónde estaban equivocadas. Peirce, por experiencia propia, sabía que cada maestro de cualquier departamento de ciencia experimental ha modelado su mente por su trabajo en el laboratorio. Los experimentalistas pueden darse cuenta de esto cuando sus intelectos se comunican, *i.e.*, ellos saben con quiénes de sus colegas son más o menos afines en su *modo de pensar* y con quiénes de sus colegas son como el agua y el aceite. Peirce³ pensaba que la característica más llamativa de su teoría es el reconocimiento de la conexión inseparable que existe entre la cognición racional (*rational cognition*) y el

² Paul K. Feyerabend. *Problems of Empiricism*. Philosophical Papers volume 2. Cambridge, Cambridge University Press, 1981, de la página 15 a la 21.

³ *Cfr.* Peirce. “What Pragmatism is”, en Thayer, H. S. (editor). *Pragmatism. The classic writings*. Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1982, página 103

propósito racional (*rational purpose*); esta consideración fue la que lo llevó a ponerle el nombre de “pragmatismo” a su teoría. Por otro lado, Peirce pensaba que un experimento no existía en sí mismo, como si un experimento existiera aislado de cualquier otro. Un experimento consiste en una serie de experimentos conectados entre ellos y juntos constituyen un único experimento.

Cabe destacar que para Peirce, en los textos que aquí estamos presentando, el pragmatismo no tiene que ver con cuestiones éticas sino con cuestiones epistémicas. Peirce en “How to make our ideas clear”⁴ se ocupa de definir lo que es una idea clara como aquella que es bien aprendida y que puede ser reconocida donde quiera que uno se encuentre con ella y, ni por error otra idea será tomada por aquella que es clara. Para Peirce cuando los lógicos hablan de claridad se refieren a la familiaridad que se tiene con una idea, pero además de ese mérito los lógicos le agregan la virtud de la distinción. Peirce pensaba que en el proceso en que nuestras ideas se van haciendo claras intervienen algunos elementos entre los cuales destaca dos: Aquéllos de los que somos inmediatamente conscientes y aquéllos de los que somos mediatamente conscientes. Algunos elementos, como las sensaciones, son completamente presentes a nosotros; mientras que otros elementos, como los pensamientos, son acciones que tienen un principio, un desarrollo y un final. Ellos consisten en una congruencia en la sucesión de las sensaciones que corren a través de la mente. “No pueden [los pensamientos] sernos presentes de modo inmediato, sino que tienen que abarcar una cierta parte del pasado o del futuro. El pensamiento es un hilo melódico que recorre la sucesión de nuestras sensaciones.”⁵

⁴ Charles Sanders Peirce. “How to make our ideas clear” (de la página 79 a la 100) en : Thayer, H. S. (editor). *Pragmatism. The classic writings*. Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1982, 383 pages.

⁵ Charles S. Peirce. *El hombre, un signo. El pragmatismo de Peirce*. Traductor José Vericat, Barcelona, Ed. Crítica, 1988, página 206.

Según Peirce, una creencia tiene tres propiedades: la primera es que es algo de lo que nos percatamos, la segunda es que apacigua la irritación de la duda y la tercera es que ella implica el establecimiento de una regla de acción en nuestra naturaleza, es decir, un hábito. El pensamiento es esencialmente una acción, según este autor. “El producto *final* del pensar es el ejercicio de la volición, de la que el pensamiento ya no forma parte; pero la creencia es sólo un estadio de la acción mental, un efecto sobre nuestra naturaleza debido al pensamiento, y que influirá en el futuro pensar”⁶

Toda la función del pensamiento es producir hábitos de acción. Las diferencias de significado entre un pensamiento y otro consisten en una diferencia en la práctica, es decir, las proposiciones o enunciados adquieren su significado y su sentido específico dentro del contexto en el que son usadas, pues se lleva a cabo tal y cual acción. Peirce nos sugiere el siguiente ejemplo: ¿qué queremos decir cuando llamamos “dura” a una cosa? Que tiene la cualidad de la dureza y que esa cualidad es distinta de otras cualidades, por ejemplo, la cualidad de ser “blando”. Pensemos en un diamante ¿cómo sabemos que es duro o blando? Porque es un hecho que es duro en la medida en que se ha experimentado con diamantes y llegamos a afirmar que “los diamantes son duros”. Más aun, el uso actual que hacemos de la palabra “duro” está ligado a su significado⁷.

⁶ *Ibid.* página 207.

⁷ Al respecto, queremos dar el siguiente ejemplo: “La palabra <<fósforo>> entró a formar parte del vocabulario científico en la antigüedad. A veces aparece en el cielo, hacia el poniente, una estrella muy brillante después del atardecer, mientras que otra semejante aparece en el cielo de levante antes del amanecer. Son el <<lucero de la tarde>> y <<el lucero del alba>>, respectivamente. Al principio, los griegos los consideraron dos objetos separados. Llamaron al lucero de la tarde <<Hesperos>> (o *Hesperus* en latín), de la palabra <<poniente>>, y al lucero del alba <<Phosphoros>> (o *Phosphorus* en latín), que significa <<portador de luz>>. Este segundo nombre recuerda que cuando el lucero del alba sale en oriente, el alba llegará en seguida. Los romanos dieron a los dos objetos nombres latinos con el mismo significado que los nombres griegos: <<Vesper>> para la estrella de la tarde y <<Lucifer>> para la estrella de la mañana. Sin embargo, al final se comprendió que la estrella vespertina y la estrella matutina eran el mismo objeto (gracias, sin duda, a la más avanzada astronomía babilónica) y los dos nombres cayeron en desuso. La estrella (o en realidad, el planeta) empezó a conocerse como <<Afrodita>> entre los griegos y como <<Venus>> entre los romanos y nosotros. Y con ello, el <<fósforo>> desapareció del vocabulario científico durante un poco más de dos mil años, hasta que llegamos a la época de Hennig Brand, un químico alemán que nació hacia 1630 y

Hay personas que nunca en su vida han visto un diamante de cerca pero sí los han visto en revistas, libros, internet, la TV, etc., y *saben* que los diamantes son duros porque es un hecho que va más allá de las diferentes maneras de referirse a ellos, por ejemplo: un diamante es carbón puro comprimido en una estructura cristalina cúbica o un diamante es una joya. Un geólogo puede imaginar que enfrente tiene un diamante que está sobre el piso; se hinca sosteniendo un martillo en su mano derecha, lo levanta y lo deja caer con toda su fuerza sobre el diamante, como sobre un clavo. Sigamos imaginando ¿le pasaría algo al diamante? Sigamos imaginando, la respuesta es no. Volvamos a la vida real, si llevamos a cabo ese experimento, el diamante quedará intacto, sin rasguño alguno. La dureza del diamante, sus propiedades observables, saber que es duro, no es un hecho aislado. Nuestra asignación de la propiedad de “dureza” está en relación con otras propiedades que posee el diamante y que son inseparables entre sí o que posee algún otro objeto (un yunque, por ejemplo) y que nos permiten hacer comparaciones entre ellos. Para Peirce, era importante saber cómo hacer más claras nuestras ideas usando el método científico para fijar nuestras creencias.

Según Dewey, las ideas de Peirce estaban encaminadas a interpretar la universalidad de los conceptos en el dominio de la experiencia. Peirce pensaba que:

El significado racional de toda proposición reside en el futuro... Pero, de entre las miríadas de formas en que puede traducirse una proposición, ¿cuál es la que debe denominarse su significado mismo? Según el pragmatismo, será aquella forma bajo la cual la proposición se vuelva aplicable a la conducta humana, no en estas o aquellas circunstancias particulares, ni cuando uno atiende a este o aquel propósito especial, sino la forma que resulte la más directamente aplicable para el autocontrol en cualquier situación y para cualquier propósito⁸. (Dewey, 2000, página 63)

que murió hacia 1692”. (Tomado de: Isaac Asimov, *La relatividad del error*. Trad. M. Del Mar Moya, México, Edit. Planeta, 1990, págs. 72-73)

⁸ La traducción al español de esta cita -que toma Dewey de Peirce- fue hecha por Ángel Manuel Faerna.

Dewey piensa que hay dos errores fundamentales que se cometen al malinterpretar las ideas de Peirce. El primer error es pensar que el pragmatismo hace de la acción el fin de la vida, mientras que el segundo consiste en subordinar el pensamiento y la actividad racional a los fines del interés y el beneficio individual. La teoría de Peirce destaca la relación que existe entre la acción y la conducta humana en el sentido de que la acción es un intermediario. En la interpretación de Dewey lo que Peirce quería decir es que “para poder atribuir un significado a los conceptos, uno debe ser capaz de aplicarlos a lo existente. Ahora bien, es por medio de la acción como se hace posible esa aplicación. Y la modificación de lo existente que resulta de ella constituye el verdadero significado de los conceptos. Por consiguiente, el pragmatismo está lejos de ser esa glorificación de la acción por la acción que se tiene por característica distintiva de la vida norteamericana”⁹. La teoría de Peirce insistía en que la conducta y el cumplimiento de un fin son necesarios para clarificar el pensamiento.

Bajo la interpretación de Hacking, Peirce trató de reemplazar la noción verdad por el método experimental, así la noción verdad sería el producto último de una comunidad de investigadores que persiguen cierto fin de cierta manera. Según Hacking, Peirce encontró, por esa vía, “un sustituto objetivo para la idea de que la verdad es la correspondencia con una realidad independiente de la mente”¹⁰ (Hacking, 1983, página 80) Peirce pensaba que las verdades eran las conclusiones estables que alcanzaba la comunidad de investigadores en un proceso interminable de investigación. El uso del método experimental garantizaría

⁹ John Dewey, *Op. Cit.*, página 64.

¹⁰ Ian Hacking, *Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge. Cambridge University Press, 1983, 281 pages. (Las citas que aparecerán a lo largo de este trabajo han sido tomadas de *Representar e intervenir*. Trad. Sergio Mtz. México, Edit. Paidós-UNAM, México, 1996, 321 páginas).

la objetividad científica ¹¹. Nosotros suscribimos esa interpretación en el sentido de que la tesis de Peirce de que al final del proceso de investigación habrá una convergencia entre todas las conclusiones estables –a las que llegue la comunidad de investigadores- y éstas a su vez nos darán una descripción verdadera de la realidad, funge como una idea regulativa, *i.e.*, como un ideal a alcanzar. Entonces, las teorías científicas van mejorando, cambiando lo que no nos lleva a hábitos de acción estables y sustentados en la evidencia que poco a poco vamos incorporando a nuestros saberes. Ahora veamos lo que pensaba Peirce sobre el concepto de realidad:

Aproximémonos ahora al tema de la lógica, y consideremos un concepto que le concierne particularmente, el de *realidad*. Si tomamos claridad en el sentido de familiaridad, ninguna idea podría ser más clara que está. Cualquier niño la utiliza con tanta absoluta confianza que no puede llegar a imaginar que no la entiende. Sin embargo, respecto de claridad en su segundo grado, el dar una definición abstracta de lo real probablemente confundiría a la mayor parte de los hombres, incluso a aquellos con una tendencia mental reflexiva. Con todo, quizá pueda obtenerse una tal definición considerando los puntos de diferencia entre realidad y su contrapuesto, la ficción. Una ficción es el producto de la imaginación de alguien; tiene aquellas características que le imprime su pensamiento. Hay fenómenos, sin embargo, dentro de nuestras propias mentes, que dependen de nuestro pensamiento, y que, a la vez, son reales en el sentido de que realmente los pensamos. Pero aunque sus características dependen de cómo pensamos nosotros, no dependen de lo que pensamos sobre las mismas. Así, un sueño tiene una existencia real en tanto fenómeno mental si alguien realmente lo ha soñado; el que lo soñara así o así no depende de lo que alguien piense que se soñó, sino que es completamente independiente de toda opinión sobre el tema. Por otra parte, si consideramos, no el hecho de soñar, sino la cosa soñada, ésta retiene sus peculiaridades en virtud sólo del hecho de haberse soñado que las posee. Así podemos definir lo real como aquello cuyas características son independientes de lo que cualquiera puede pensar que son.¹²

¹¹ Cabe señalar que, en la interpretación de Hacking, Peirce es un antirrealista, veamos: "Thus pragmatism branches: there are Peirce and Putnam on the one hand, and James, Dewey and Rorty on the other. Both are antirealist, but in somewhat different ways. Peirce and Putnam optimistically hope that there is something that sooner or later, information and reasoning would finally result in. That for them, is the real and the true. It is interesting for Peirce and Putnam both to define the real and to know what, within our scheme of things, will pan out as real. This is not of much interest to the other sort of pragmatism. How to live and talk is what matters, in those quarters. There is not only no external truth, but there are no external or even evolving canons of rationality". Ian Hacking, 1983, página 63-64.

¹² Charles S. Peirce. *El hombre, un signo. El pragmatismo de Peirce*. p 218.

Para Peirce, dice Hacking, es interesante definir lo real y saber qué, dentro de nuestro esquema de las cosas, va a tornarse real. Peirce –dice Hacking- creía que la tarea de la metodología era caracterizar los principios de la investigación. Surge un problema: ¿qué pasa si la investigación no converge en nada? “Peirce, tan familiarizado en su tiempo con discusiones sobre las revoluciones científicas como nosotros en el nuestro, estaba convencido de que los ‘cataclismos’ en el conocimiento (como él los llamaba) no han sido reemplazados por otros, sino que todo es parte del mismo carácter autocorrectivo de la investigación” (Hacking, 1983, pág.152) Y, además: “El pragmatista no quiere reñir con el sentido común: seguramente las sillas y los electrones son igualmente reales si efectivamente nunca más llegamos a dudar de su valor para nosotros” (Hacking, 1983, pág. 85) Los pragmatistas, por lo menos los de la tradición peirciana –dice Hacking-, aceptan la causalidad y la explicación de buen grado, siempre y cuando sean útiles y duraderas para los futuros investigadores.

La contribución de Peirce a la epistemología social de la ciencia puede ser tomada de su idea de la teoría de la verdad como consenso entre los investigadores. Lo real y lo verdadero dependen de los acuerdos a los que llegue la comunidad de investigadores, el consenso último que alcanzan dadas sus herramientas intelectuales, los artefactos que poseen y su ubicación dentro de un contexto social específico. Peirce pensaba que los científicos podían partir de los puntos de vista más antagónicos y que al final del progreso de la investigación, por una fuerza exterior a ellos, llegarían a la misma y única conclusión. Para él existía un fin preordenado en el que “ninguna modificación del punto de vista adoptado, ninguna selección de otros hechos de estudio, ni tampoco ninguna propensión natural de la mente, pueden posibilitar que un hombre escape a la opinión predestinada. Esta enorme esperanza se encarna en el concepto de verdad y realidad. La opinión

destinada a que todos los que investigan estén por último de acuerdo en ella es lo que significamos por verdad, y el objeto representado en esta opinión es lo real. Esta es la manera cómo explicaría yo la realidad” (Peirce, 1988, p. 220) Sin embargo, alguien podría objetarle a Peirce que él primero sostuvo que la realidad es independiente y que podíamos definir lo real como aquello cuyas características son independientes de lo que cualquiera puede pensar que son. Al parecer, ésta idea de Peirce desembocaría en hacernos pensar que las características de lo real dependen de lo que por último se piensa de ellas. Estas dos ideas resultan claramente contrapuestas. A esta objeción Peirce responde que no es una contraposición si pensamos que

por un lado, la realidad es independiente, no necesariamente del pensamiento en general, sino sólo de lo que tú o yo, o cualquier número finito de hombres, pensamos de ella; y que, por otro lado, aun cuando el objeto de la opinión final depende de lo que esta opinión es, con todo lo que esta opinión es no depende de lo que tú, o yo, o cualquiera, pensamos. Nuestra perversidad y la de otros pueden posponer indefinidamente el establecimiento de opinión; puede incluso, concebiblemente, causar que una proposición arbitraria pueda ser universalmente aceptada mientras dure la raza humana. Con todo, incluso esto, no cambiaría la naturaleza de la creencia, que sólo puede ser el resultado de la investigación llevada lo suficientemente lejos; y si, tras la extinción de nuestra raza, surgiera otra con facultades y disposición para la investigación, aquella opinión verdadera tendría que ser la única a la que por último fueran a parar. <<La verdad sepultada en la tierra resurgirá de nuevo>> y la opinión que finalmente resulte de la investigación no depende de cómo cualquiera puede actualmente pensar. Pero la realidad de lo que es real depende del hecho real de que la investigación, de proseguirse lo suficiente, está destinada a llevar a la postre a una creencia en ella.¹³

En la perspectiva de Peirce la verdad es alcanzable más allá de cualquier individuo, es decir, los científicos no hacen ciencia en completa soledad; pueden tener ideas, crear cosas, proponer teorías pero éstas tienen que pasar necesariamente por el filtro de la comunidad a la que pertenecen. Podemos ver que Peirce asevera que existe una realidad independiente y que su teoría de la verdad como consenso, entre los científicos, funge

¹³ Peirce, Charles S, *El hombre, un signo. El pragmatismo de Peirce*. Página 221.

como criterio de realidad de las entidades que son manipuladas por ellos. En la teoría peirciana queda clara la idea de que las prácticas científicas -con las que alcanzamos la verdad, en el sentido de alcanzar la realidad- tienen un lugar central en el diálogo, en la interacción social y en la epistemología social. Finalmente, Peirce pone énfasis en la importancia de la crítica al interior del desarrollo del conocimiento científico.

L2 Ian Hacking: el realismo científico.

Hacking acepta abiertamente ser un realista sobre la base más pragmática y piensa que la racionalidad no lo es todo cuando hablamos de ciencia. Claro que le interesa hablar de ella pero en el sentido en que Gilbert Ryle lo propuso: no es la palabra "racional" la que nos sirve de algo sino la palabra "irracional". Hacking da el siguiente ejemplo:

Nunca digo que mi sabia tía Patricia es racional (más bien diría que es sensible, sabia, imaginativa, perceptiva). Digo que mi tonto tío Pedro es a veces irracional (además de ser haragán, desconsiderado, confuso, irresponsable). Aristóteles enseñaba que los seres humanos son seres racionales, lo que quiere decir que tienen la capacidad de razonar. Podemos estar de acuerdo con esto sin pensar que "racional" es una palabra evaluativa. Sólo "irracional", en nuestro lenguaje actual, es evaluativo, y puede querer decir fastidioso, incorrecto, titubeante, inseguro, falta de conocimiento de sí mismo, y mucho más. La "racionalidad" que estudian los filósofos de la ciencia tiene tan poco encanto para mí como para Feyerabend. (Hacking. 1983, págs. 34-35)

Para Hacking lo que sí es separable es la noción de razón de la noción de realidad porque, para él la realidad tiene que ver más con lo que hacemos en el mundo que con lo que pensamos acerca de él. Además, él sostiene que el conocimiento es una entidad que en sí misma evoluciona históricamente. Hacking es un realista científico porque cree que las entidades, los estados y los procesos que son descritos por teorías eficaces en la resolución de problemas, realmente existen, *i.e.*, las entidades pueden ser *usadas* por el científico experimental. Las diversas ciencias no son totalmente correctas pero un realista científico

puede sostener que nos acercan a la verdad. Él usa el término “entidad teórica” para todas aquellas cosas postuladas por teorías pero que no son observables, como partículas, campos, procesos, estructuras, estados, etc. La pregunta con respecto a las entidades teóricas es si existen o no. Con respecto a las teorías lo que queremos saber es si son candidatas a tener un valor de verdad.

Hacking piensa que hay dos tipos de realismo científico: uno para teorías y otro para entidades, que son independientes entre sí. Es posible ser un realista acerca de las teorías (un término “x” no se refiere a x como cosas que existen en el mundo, sino que “x” puede ser una abreviatura de una expresión compleja que hace referencia a los fenómenos observados) y un antirrealista acerca de las entidades (no podemos observar a “x” o “x” no existe). Otra combinación posible es: ser un realista acerca de las entidades (podemos tener buenas razones para suponer que los electrones existen) y un antirrealista acerca de las teorías (que no podría haber ninguna teoría completa y verdadera de los electrones). Por un lado, las teorías están en constante revisión, mientras que, por otro, nosotros podemos usar modelos diferentes e incompatibles de las entidades, por ejemplo, algún científico puede crear un modelo de los electrones que es incompatible con el modelo de otro científico, ambos modelos no son tomados como literalmente verdaderos y aun así, hay electrones.

Para Hacking hay dos tipos de realismos y dos tipos de antirrealismos, veamos:

REALISMOS:

- 1) *Con respecto a las teorías* .- El objetivo de las teorías es la verdad y a veces se acercan a ella, i.e., “las teorías científicas son verdaderas o falsas independientemente de lo que sabemos: la ciencia cuando menos aspira a la verdad , y la verdad es como es el mundo” (Hacking, 1983, página 46)
- 2) *Acerca de las entidades* .- los objetos mencionados en las teorías existen realmente

ANTIRREALISMOS:

- 1) *Con respecto a las teorías.*- muestras teorías no deben ser creídas como historias literalmente verdaderas, son herramientas -en el mejor de los casos- útiles, legítimas, buenos instrumentos de trabajo, empíricamente adecuadas, aceptables, aplicables y buenas para hacer predicciones pero no creíbles.
- 2) *Acerca de las entidades.*- las entidades postuladas por las teorías son, en el mejor de los casos, ficciones útiles, construcciones lógicas, o partes de un instrumento intelectual para razonar.

Además él agrega dos tesis (Cfr. Hacking, 1983, pág. 46):

A.-*Tesis acerca de las entidades y la realidad:* El realismo acerca de las entidades implica que una entidad teórica satisfactoria sería una que existiera independientemente de sus descripciones (y que no fuera un mero dispositivo de cálculo o una herramienta intelectual útil). [Hablaemos con más detalle de las diferencias y la relación que existe entre la especulación, el cálculo y el experimento en la sección III.1 de este trabajo].

B.-*Tesis acerca del conocimiento:* Efectivamente sabemos, o tenemos buenas razones para creer que, por lo menos, algunas de las entidades teóricas postuladas, presentes en la ciencia, realmente existen.

Hacking quiere apartarse del realismo acerca de las teorías e ir más hacia un realismo acerca de las entidades que pueden usarse en el trabajo experimental. Su tendencia es, pues, dar menos importancia a la representación y acercarse más a la manera en la que intervenimos en el mundo. Para él, el papel que tienen las explicaciones en la ciencia son relativas a los intereses humanos y tienen que ver con las circunstancias históricas o psicológicas que enfrentan los individuos en un determinado momento. Las explicaciones pueden constituir una base débil para creer en una teoría aunque hay

autores que piensan que una explicación nunca es base para creer¹⁴. Por su parte, Hacking es menos severo que esos autores, él piensa que las explicaciones son un suelo débil para creer y no niega que 'dar explicaciones' suceda en nuestra vida intelectual. Veamos por qué piensa esto apoyándonos en el siguiente ejemplo:

En 1905, Einstein explicó el efecto fotoeléctrico con una teoría de fotones. De esta manera hizo atractiva la noción de un haz de luz cuantificado. Pero la base para creer en la teoría es su éxito predictivo y otras cosas por el estilo, no su poder explicativo. Sentir que la llave da vueltas en la cerradura nos da una sensación de que tenemos una nueva idea con que trabajar. No es una base para la verdad de la idea: eso viene después (Hacking, 1983, págs. 73-74).

¿Podríamos imaginar que el efecto fotoeléctrico funcionara *sin fotones*? La explicación de este fenómeno es que los fotones existen. La información de la televisión por medio del efecto fotoeléctrico convierte imágenes en impulsos eléctricos que se transforman en ondas electromagnéticas, que a su vez son recibidas por los televisores caseros. "El realista infiere entonces que los fotones son reales porque no podríamos entender de otra manera cómo las imágenes se transforman en mensajes electrónicos" (Hacking, 1983, pág. 74). La realidad, *i.e.*, la existencia real de los fotones no forma parte de la explicación. Hacking sostiene que la existencia es un mero predicado lógico que no le agrega nada al sujeto. "Agregar que 'los fotones son reales', después de que Einstein terminó, no agrega nada a nuestro entendimiento. De ninguna manera aumenta o mejora la explicación" (Hacking, 1983, pág. 74)¹⁵. Alguien puede replicar: Si Einstein propuso una

¹⁴ Al respecto Hacking (1983) cita a Nancy Cartwright y a Van Fraassen, página 73

¹⁵ Al respecto queremos citar algunas palabras del filósofo Luis Villoro, en las que vemos una franca coincidencia con lo que Hacking nos ha venido diciendo hasta este momento:

Cuando el objeto existe realmente, el enunciado verdadero no añade ninguna nota suplementaria a la descripción del objeto. Añade la pretensión de existencia, esto es, la 'posición' por la cual todas las notas se 'ponen' como existentes realmente. No se trata pues de dos objetos, uno con existencia puramente objetiva y otro que existe realmente. El mismo objeto es término de una descripción que expresa su sentido y de una referencia que lo pone como realmente existente. Porque la existencia real no atañe a la

entidad teórica a la que llamó fotones es porque él creía que existían. Hacking piensa que esta persona está haciendo una petición de principio. Recordemos que el debate entre realistas y antirrealistas es sobre si la adecuación de una teoría (como la del fotón de Einstein) requiere, en efecto, que las entidades (los fotones) que postula sean reales.

Las conclusiones a las que Hacking llega son:

- 1.- El papel de la explicación puede desempeñar una función menos central en el razonamiento científico de lo que algunos filósofos de la ciencia creen.
- 2.- “La explicación de un fenómeno tampoco es uno de los ingredientes del universo, como si el Autor de la Naturaleza hubiera escrito varias cosas en el Libro del Mundo –las entidades, los fenómenos, las cantidades, las cualidades, las leyes, las constantes numéricas y también las explicaciones de los sucesos” (Hacking, 1983, pág. 73).
- 3.-Las explicaciones están estrechamente ligadas a los intereses humanos.

manera como percibimos al objeto, esto es, a su “sentido” sino al término de una referencia. Por eso la existencia del término de referencia no implica necesariamente que tenga realmente todas las notas con que lo describimos [...] La posición de existencia afirma la existencia real del ente al que se refieren las descripciones que hacemos de él, pero no afirma necesariamente que todas esas descripciones le convengan realmente, porque no atañe al sentido de nuestras proposiciones sino a su referencia. Es un acto paradójico: se refiere a un ente que se pretende existe con independencia de toda referencia a él; en eso consiste justamente la existencia formal o real. [...] Repito: “lo concebido” es el término de *referencia* que es puesto como ente real, el “cómo sea concebido” constituye el *sentido* de la proposición que le atribuye existencia; éste sí depende de nuestros marcos conceptuales.

[Luis Villoro. “Respuesta a discrepancias y objeciones”, en *Epistemología y cultura: en torno a la obra de Luis Villoro*. Ernesto Garzón Valdés y Fernando Salmerón (eds). México, Ed. UNAM-IIF, páginas 341- 342]

Lo que Villoro sostiene es que el objeto existe independientemente de los sujetos empíricos y que al ser percibido y descrito no necesariamente tiene que ser como lo concebimos. Villoro piensa que la realidad, a nivel ontológico, está diferenciada, *i.e.*, lo que hace verdadera a la proposición “p” es el hecho p cuya existencia es real o formal. De esta manera, en el realismo ontológico de Villoro la “implicación epistémica” es afirmada, por este autor, en el sentido de que la noción de objetividad sí incluye a los sujetos, ya que su noción de saber implica la idea de que es un estado interno de alguien que emite un juicio acerca de cómo es el mundo.

4.-Hay explicaciones en la vida intelectual cuyas características dependen en gran medida de las circunstancias históricas o psicológicas de un momento o contexto específico.

1.3 Representación e intervención.

Hacking considera que se suele decir que la ciencia tiene dos objetivos: por un lado, la teoría y, por otro, el experimento. Las teorías que formulan los científicos tratan de decir cómo es el mundo. Las tecnologías y los procedimientos que los científicos usan para llevar a cabo sus experimentos van cambiando. Nos representamos la realidad e intervenimos en ella apoyándonos en aquéllas. “La mayor parte del debate contemporáneo acerca del realismo científico se da en términos de teoría, representación y verdad. Estas discusiones son iluminadoras pero no decisivas. Esto se debe en parte a que están infectadas de una metafísica intratable” (Hacking, 1983, página 49).

Sin embargo, Hacking piensa que cuando pasamos de la representación a la *intervención*, el antirrealismo pierde fuerza. Las teorías y los experimentos nos ayudan a comprender, a entender cómo es el mundo; mientras que el uso de la tecnología nos permite transformar el mundo. (Veremos en el siguiente capítulo -con más detalle- las diferencias y relaciones que existen entre técnica, tecnología y ciencia). Hacking piensa que la ciencia experimental es una base bastante confiable para ofrecer un criterio de realidad de entidades. Las personas pintan cuadros, esculpen esculturas o martillan bronce, en pocas palabras: las personas hacen semejanzas pero ¿qué pretenden al llevar a cabo estas acciones? Representar. Para Kant, dice Hacking, la palabra *Vorstellung* (representación) significa “algo que se coloca frente a la mente, una palabra que incluye imágenes así como otros pensamientos más abstractos” (Hacking, 1983, página 160). En

contraste, Hacking¹⁶ llama representación a todo aquello que es público. Con lo cual él no quiere decir que toda representación sea tangible sino que simplemente todas son parte de la esfera pública¹⁷. La opinión de este autor es que algunos sucesos públicos verbales pueden ser representaciones. Las representaciones no son para él, simples enunciados declarativos sino especulaciones complicadas que intentan representar cómo es nuestro mundo. Él aclara que cuando habla de representaciones quiere decir:

...objetos físicos: estatuillas, esculturas, pinturas, grabados, objetos que están hechos exactamente para ser examinados, contemplados. En la época más remota en que se encuentre algo humano se encontrarán estos objetos. Ocasionalmente algún suceso fortuito preserva fragmentos de madera o de paja que de otra manera se hubieran podrido. Las representaciones son públicas y externas, ya sean el más simple esbozo sobre una pared, o cuando estiro la palabra "representación", la más elaborada teoría acerca de fuerzas electromagnéticas o gravitacionales. [...] Las representaciones pretenden ser semejanzas más o menos públicas. (Hacking, 1983, página 160).

Para Hacking es un error pensar que las oraciones individuales son representaciones, pues de ser así, la idea misma de representación no tendría ningún valor para la filosofía. Lo correcto es pensar que son las teorías las que son representaciones del mundo y no las oraciones individuales. Colectivamente empleamos oraciones complicadas para representar, esto es a lo que llamamos lenguaje ordinario. "Por lo general una *sola* oración no representará. Una representación puede ser verbal pero una representación verbal empleará gran cantidad de verbos" (Hacking, 1983, página 161).

La idea de Hacking es que los seres humanos primero representaban su entorno y poco a poco se volvieron más inteligentes hasta que comenzaron a hablar. Al inventar el

¹⁶ Hacking hace la siguiente aclaración: "Kant necesitaba una palabra para reemplazar la 'idea' de los empiristas franceses e ingleses. Esto es exactamente lo que yo *no* quiero decir con representación" (*op. cit.*, página 160).

¹⁷ Hacking dice que "de acuerdo con Kant, un juicio es una representación de una representación, un poner frente a la mente de un poner frente a la mente, doblemente privado. Eso no es doblemente lo que llamo una representación" (1983, página 160).

lenguaje las personas se vuelven seres racionales. El argumento de Hacking a favor de esta idea es como sigue :

La primera invención característicamente humana es la representación. Una vez que hay una práctica de representar, viene inmediatamente a continuación un concepto de segundo orden. Éste es el concepto de la realidad, un concepto que tiene contenido sólo cuando hay representaciones de primer orden. Puede alegarse que la realidad, o el mundo, estaban allí antes de cualquier representación o lenguaje humano. Por supuesto, pero su conceptualización como realidad es secundaria. Primero se dio esta actividad humana, hacer representaciones. Después vinieron los juicios acerca de si las representaciones son reales o no, verdaderas o falsas, fieles o infieles. Al final viene el mundo; no en primero sino en segundo, tercero o cuarto lugar. [...] El mundo tiene un magnífico lugar, si bien no el primero. Se encontró por medio de la conceptualización de lo real como un atributo de las representaciones. (Hacking, 1983, página 163-164)

Hacking piensa que representar es algo curiosamente humano. Las representaciones son similitudes, las cosas que representamos son similares en uno u otro aspecto, entonces, hay un sentido básico en que las representaciones tratan de preservar la estructura de aquello que pretenden representar. Tanto la noción de similitud como la noción de realidad son dependientes de nuestras prácticas de representación. El problema con el realismo surge porque los seres humanos tenemos diversos y alternativos sistemas de representación. A lo largo de la historia de la ciencia podemos ver que ha existido fuerte rivalidad entre sistemas alternativos que pretenden decirnos cuáles son los objetos que existen en la realidad, por ejemplo, el sistema de Ptolomeo y el sistema de Copérnico. En el momento en el que las representaciones comienzan a competir tenemos que detenernos a pensar en lo que es real. Al existir una pluralidad de representaciones el antirrealismo tiene sentido; sin embargo, el antirrealismo perdería sentido si sólo existiera un tipo de representación. Entonces ¿cómo puede Hacking darle argumentos convincentes al antirrealista?

El realismo científico se convierte en una doctrina filosófica verosímil hasta que da criterios para juzgar si la constitución interna de las cosas es tal y como se representa. “La metafísica trata de los criterios de realidad. La metafísica trata de distinguir entre los buenos sistemas de representación y los malos. La metafísica sirve para clasificar representaciones cuando los únicos criterios para las representaciones son supuestamente internos a la representación misma. Ésta es la historia de la vieja metafísica y la creación del problema del realismo” (Hacking, 1983, página 170). Lo que Hacking quiere decir es que el problema con el realismo tiene que ver directamente con la posibilidad de que existan diversas maneras de representar los *mismos hechos*. Hacking piensa que la ciencia misma es la que tiene que producir criterios de lo que es similar o de lo que cuenta como una representación correcta.

La noción de realidad que sustentemos en un momento dado se ha ido conformando a través de nuestras habilidades para transformar el mundo. Hacking pasa, de esta manera, de la representación a la intervención. “Consideremos real lo que podemos usar para intervenir en el mundo para afectar algo más, o lo que el mundo puede usar para afectarnos. La realidad como intervención no empieza a mezclarse con la realidad como representación sino hasta la ciencia moderna. La ciencia natural desde el siglo XVII ha sido la aventura del entrelazamiento de la representación y la intervención” (Hacking, 1983, página 174). Podemos decir que la concepción de Hacking con respecto a la ciencia, en términos de los resultados que persigue, es pragmatista en el sentido de que el fin principal de la empresa científica es la resolución exitosa de problemas. Por lo tanto, las intervenciones de los científicos en el mundo serán exitosas en la medida en la que puedan hacer cosas con las entidades que, en principio, se proponen como parte de una teoría. Hacking coincide con Peirce en que las investigaciones, los experimentos, las

corroboraciones se llevan a cabo en un determinado contexto, de ahí que nuestros conocimientos sean falibles.

¿La falibilidad de nuestros conocimientos debilita el tipo de realismo científico, de corte pragmatista, que Hacking desea sostener? Nosotros pensamos que no. El problema con el relativismo epistémico consiste en explicar cuándo es racional creer que una proposición, o más bien, un conjunto de proposiciones son el caso. Otra manera de formular el problema consiste en preguntarse cuándo es racional aceptar las creencias científicas, cuándo podemos racionalmente considerar que nuestros conocimientos son objetivos y que nos dicen algo acerca de la realidad. Queremos destacar que las preguntas a las que Hacking desea dar respuesta, en *Representar e intervenir*, son: ¿qué es el mundo? ¿qué clase de cosas hay en él? ¿qué es verdadero acerca de estas cosas? ¿qué es la verdad? ¿son reales las entidades postuladas por la física teórica o sólo son construcciones de la mente humana? El punto es que Hacking se plantea preguntas que tienen que ver con la metafísica y no con la epistemología. Él acepta que sus preguntas acerca de la realidad están entrelazadas con la noción de racionalidad; sin embargo, él se concentra en la realidad y se asume como “un realista sobre la base más pragmática” (Hacking, 1983, pág.20).

Alguien podría objetar: pero ¿cómo es que Hacking puede dejar de lado muchas preguntas sobre la racionalidad si el mismo propone una tesis acerca del conocimiento y el conocimiento tiene que ver con nuestro entorno? Hay varias formas de darle respuesta a esta pregunta, aquí presentamos una estrategia que nos permite distinguir y entender cómo es que se relacionan las cuestiones epistémicas con las cuestiones ontológicas. Para exponerla recurriremos a algunas de las ideas del filósofo Luis Villoro con el objetivo de dar más elementos a favor de la propuesta de Hacking.

Para Villoro hay una distinción entre dos preguntas que no se implican necesariamente:

Una es epistemológica ¿qué podemos conocer?; y otra ontológica: ¿qué existe realmente?. El análisis de las condiciones del conocimiento justificado no implica necesariamente una respuesta a la segunda pregunta. Para responderla, debemos pasar de la *justificación* del conocimiento a su *explicación*. Dado que hay conocimientos justificados ¿qué debe existir para explicarlos? Esta es una cuestión metafísica. Por lo tanto, sólo admite la formulación de hipótesis generales, que no pueden pretender el rango de saberes objetivos sino sólo de creencias razonables. Propongo que el realismo ontológico es la explicación más razonable de la existencia de conocimientos justificados.¹⁸

Bajo nuestra interpretación consideramos que Hacking coincidiría con Villoro en que la admisión de una realidad independiente de los sujetos es la hipótesis más razonable para explicar el conocimiento justificado (hipótesis metafísica). Pero además, ambos estarían de acuerdo en afirmar que hay diversos conjuntos de enunciados justificados que han sido aceptados al interior de las diversas comunidades epistémicas, en este sentido, la descripción del mundo no es una sino múltiple (tesis epistémica).

En la teoría de Villoro un “sujeto epistémico” es todo aquel sujeto posible de conocimiento, son individuos empíricos, porque sólo existen sujetos empíricos, personas reales que tienen acceso a un determinado número de razones y de creencias. “Llamemos ‘sujeto epistémico pertinente’ de la creencia de S en p a todo sujeto al que le sean accesibles las mismas razones que le son accesibles a S y no otras, y ‘comunidad epistémica pertinente’ al conjunto de sujetos epistémicos pertinentes para una creencia”¹⁹ Por lo tanto, todos somos parte de determinadas comunidades epistémicas. Nuestros enunciados empíricos pueden ser falsos dadas otras razones que no son accesibles en ese momento a una comunidad epistémica o a un sujeto, de aquí que la justificación objetiva sea *relativa* al número de razones que les son accesibles a una comunidad epistémica y

¹⁸ Villoro, Luis. “Respuesta a discrepancias y objeciones” en *Epistemología y cultura: en torno a la obra de Luis Villoro*. Ernesto Garzón Valdés y Fernando Salmerón (eds). México, Ed. UNAM-IIF, 1993. pág. 340.

¹⁹ Luis Villoro. *Crear, saber, conocer*. página 147.

éstas están históricamente condicionadas. En el capítulo II, de este trabajo veremos que el uso y el desarrollo de nuevas tecnologías está estrechamente vinculado a nuestras maneras de comprender y transformar el mundo. A veces, un nuevo artefacto puede ayudar a los científicos a dirimir sus desacuerdos en relación, por ejemplo, a las características genéticas que poseen los virus.

Para Villoro es aceptable la idea de que podemos tener o encontrar pruebas para creer que el hecho p realmente existió y que al ser expresado en la proposición " p ", por una comunidad de sujetos epistémicos pertinentes sea posible decir si tal proposición²⁰ es o no es objetiva. Pensemos, por ejemplo, que un paleontólogo encuentra en México el esqueleto de diez brontosauros de distintas edades. La proposición "En México vivieron y murieron diez brontosauros" es verdadera, en el sentido de que con los conocimientos que el paleontólogo posee hasta ese momento puede emitir un juicio objetivo, *i.e.*, con base en las teorías que usa para calcular la edad de los huesos, su peso, los hábitos alimenticios de esos animales, la porosidad de sus huesos, su altura, etc., son hasta ese momento estables y coherentes con el grueso de los conocimientos que proceden de otras comunidades epistémicas pertinentes como las de los geólogos, los químicos, los historiadores de la ciencia, los biólogos, etc. De este modo es que las pruebas nos permiten afirmar razonablemente "sé que p " a través del tiempo y de las diversas comunidades epistémicas.

²⁰ Para Villoro las proposiciones no son entidades psicológicas o metafísicas, son oraciones que pueden tener el mismo significado que otras oraciones, por ejemplo, "la nieve es blanca" tiene el mismo significado que las oraciones "*la neige est blanche*" y "*snow is white*". Lo que se entiende por " p " "no puede ser el objeto de la creencia en cuanto creído por un sujeto, pues éste podría no existir realmente, con lo que " p " sería falsa; lo que hace verdadera a la proposición, sólo puede ser el hecho real, tal como existe con independencia de cualquier sujeto que lo crea" (Villoro, *Creer, saber, conocer*. P.176) Además este filósofo señala que "toda creencia sólo puede ser un saber objetivo si se justifica intersubjetivamente, pero eso no niega que el término de referencia de una creencia pueda tener existencia real, es decir, independiente de toda subjetividad, cuando esa creencia es verdadera" (Luis Villoro, *Respuesta a discrepancias y objeciones*. p.346) Para continuar con nuestro ejemplo, y relacionarlo con las ideas de Villoro, es claro que los diez brontosauros no necesitaron de intersubjetividad alguna para existir, pero sí para ser conocidos.

Luis Villoro defiende en su sistema la tesis de que a pesar de que el saber sea falible, con lo cual Hacking también estaría de acuerdo, nos permite estar más cerca de la realidad, lo que aspiramos a conocer son hechos y objetos reales. Nuestros saberes están social y temporalmente determinados. Podemos precisar más esta idea y decir que aquello que consideramos como conocimiento está ubicado en una región espacio-temporal, de este modo si la cultura cambia o se presentan nuevos avances científicos o tecnológicos, el saber también cambiará, esto es, el contenido de una proposición aprendida por dos o más culturas puede ser considerado en una como un saber y en la otra como una creencia falsa.

Ciertamente, el relativismo gnoseológico de Villoro tiene como consecuencia que podríamos creer que una proposición es verdadera y que es así porque en ese momento tenemos buenas razones que la apoyen, pero más adelante podríamos comprobar que era falsa. Creemos que esto no es una contradicción dentro de la teoría de Villoro sino una consecuencia que es parte de su idea de que el saber absoluto es algo inalcanzable.

Pensamos que Hacking y Villoro pueden coincidir y compartir las siguientes ideas:

- 1) *S* pertenece a una comunidad de sujetos epistémicos pertinentes.
- 2) *S* tiene los medios lingüísticos para referirse con una expresión (verbal, simbólica o escrita) a un objeto que existe en el mundo.
- 3) La creencia de *S* en "*p*" debe basarse en razones objetivamente suficientes²¹ que serán puestas a prueba por la comunidad epistémica pertinente en cuestión.
- 4) La existencia real²² del objeto no depende del marco conceptual al que *S* pertenece.

²¹ "Ahora bien, llamamos 'razones objetivamente suficientes' o 'justificación objetiva' a lo que asegura, para cualquier sujeto, que el objeto de su creencia no sólo tiene existencia para él, sino también tiene existencia real, independiente de su propio juicio. Las razones objetivamente suficientes bastan, por lo tanto, para que un sujeto pueda aseverar que su creencia es verdadera y que sabe; son, pues, criterio de verdad; fuera de ellas nadie tiene otro acceso a la verdad" Luis Villoro. *Crear, saber, conocer*. p.179.

²² En la nota a pie de página número 15 de este trabajo hemos señalado lo que Villoro entiende por la existencia formal o real.

El saber no puede implicar la noción de “verdad absoluta”, porque “si queremos aplicar el concepto de ‘saber’ a saberes objetivamente justificados pero falibles, no podemos incluir en él la verdad absoluta de lo sabido” (Villoro, 1982, pág. 185). El saber es susceptible de corrección pues juzgar que se sabe implica que es a partir de las razones de las que disponemos que afirmamos la verdad de nuestras creencias, pero es posible que en otras comunidades epistémicas existan otras razones o que en el futuro encontremos otras razones para revocar o corregir nuestro saber.

Hacking, Villoro y Kuhn coincidirían en que de hecho es al interior de las comunidades epistémicas, unas pertinentes para cierto tipo de saberes y otras para otros, que aprendemos un lenguaje específico que nos sirve para comunicarnos con los demás miembros de dicha comunidad, así como para poder interactuar con los miembros de otras comunidades. El lenguaje es un sistema de signos que tiene significado porque los usos que les damos a ellos están sometidos a ciertos mecanismos de control. Esos mecanismos son parte de la comunidad y establecen cuándo es correcto el uso de un signo o de un conjunto de signos. Pero ¿dónde se aprenden tales reglas de uso? No puede ser individualmente sino en relación y en conjunción con el grueso de la comunidad, esto quiere decir que, aprender un lenguaje requiere de la comunicación intersubjetiva. Todos los sujetos deben pertenecer a alguna comunidad de hablantes que enseñan, transmiten y controlan su lenguaje.

Pensemos que entre un hablante y otro debe haber algo a lo que se refieren y que no es parte del acto del habla y que tampoco es parte de sus procesos mentales, sin embargo, ese algo afecta a su sensibilidad. Este “algo”, dirían Hacking y Villoro, es el mundo externo, real, de los objetos y de los hechos. Es la invariabilidad de los referentes a que hacemos alusión al usar nuestro lenguaje, a través de las diferentes situaciones epistémicas, lo que

se erige como la condición que hace posible dar argumentos racionales objetivos que nos “atan” a la realidad externa que está más allá de nuestras actitudes subjetivas variables y a veces arbitrarias.

Analicemos el concepto de razón con un poco más de detalle. Villoro dice que ese concepto tiene dos definiciones: la primera refiere a la capacidad humana que nos permite tener creencias fundamentadas con respecto a nuestro entorno natural y social. La segunda se refiere al término “razón” como el fundamento o la base para la aceptación o rechazo de una creencia. Tener creencias nos permite elegir ciertas acciones o evaluar los fundamentos que tenemos a favor o en contra de ciertas creencias. Cuando las personas hablan o escriben por lo general usan frases como “dar razón de algo” o “expongo las razones en que me baso”, como en el caso del paleontólogo y los brontosauros, lo que quiere decir que una persona expone ante otras las justificaciones que tiene para considerar verdadera una creencia. Por medio de las creencias le atribuimos ciertas características a un objeto, el cual creemos que efectivamente existe. La racionalidad puede ser entendida como “la tendencia a lograr razones suficientes y adecuadas para nuestras creencias, que garanticen su verdad, y a procurar que nuestras acciones sean congruentes con esas creencias. *La racionalidad sería el medio para que nuestras disposiciones a actuar alcancen efectivamente la realidad*”²³.

Pensamos que Villoro puede ser interpretado como un pragmatista en el sentido de que pone énfasis en las disposiciones que los sujetos tienen para actuar y así alcanzar sus fines y llevar a cabo sus objetivos. Hacking, al igual que Villoro, puede ser considerado como un realista ontológico. Hacking piensa que primero hacemos diversas

²³ Luis Villoro. *Crear, saber, conocer*. 8va. edición. México, Edit. Siglo XXI, 1994, página 280. Las cursivas son nuestras.

representaciones de la realidad y luego las confrontamos con ella para ver si le son fieles, si nos son útiles, si podemos manipular las entidades, en pocas palabras, si podemos intervenir en el mundo y actuar en consecuencia²⁴.

Por otro lado, recordemos que “Peirce no pensaba que la verdad es la correspondencia con los hechos: las verdades son las conclusiones estables alcanzadas por esa COMUNIDAD interminable de investigadores” (Hacking, 1983, pág. 81). Hacking, al igual que Peirce, cree que existe una realidad independiente de la mente y que hay hábitos que, una vez que son estables, nos sirven para conocer la realidad o para nuestra supervivencia. Sin embargo, Hacking a diferencia de Peirce, piensa que no existe algo como *la* comunidad de científicos sino que existen diversas comunidades científicas. Para Peirce, la respuesta a la pregunta ¿cómo reconocemos la realidad? Sería diciendo que la reconocemos porque las creencias que son claras, que han fijado en nuestra conducta ciertos hábitos de acción, son el producto final del proceso colectivo de investigación científica (consenso entre los especialistas). Peirce nos ofrece un ejemplo:

Que debamos decir que una fuerza *es* una aceleración, o que *causa* una aceleración, ello es una mera cuestión de propiedad del lenguaje que no tiene más que ver con nuestro significado real que la diferencia entre el francés *Il fait froid* y su equivalente en inglés *It is cold*. Sorprende con todo, ver como este simple asunto ha embrollado las mentes humanas. ¡En cuantos profundos tratados no se hablaba de fuerza más que como una <<misteriosa entidad>>, lo que parece ser sólo un modo de confesar que el autor desespera de llegar a obtener una noción clara de lo que significa la palabra! En una reciente y admirada obra sobre *Mecánica analítica* se dice que lo que entendemos es precisamente el efecto de la fuerza, ¡pero que lo que es la fuerza misma no lo entendemos! Esto es simplemente una autocontradicción. La idea que suscita en nuestras mentes la palabra fuerza no tiene otra función que la de afectar nuestras acciones, y estas no pueden tener otra referencia de fuerza que a través de sus efectos. Consecuentemente, si sabemos cuáles son los efectos de la fuerza conoceremos cada uno de los hechos implicados en la afirmación de que existe una fuerza, y no hay nada más que saber.²⁵

²⁴ En relación a este punto Villoro piensa que “en la práctica, la posibilidad de corregir nuestros saberes se reduce a los casos en que, sin llamado a la irracionalidad, resulta concebible que en un tiempo futuro pudieran aducirse datos o hipótesis teóricas contrarios.” (en *Creer, saber, conocer*. Página 195).

²⁵ Peirce. *El hombre, un signo. El pragmatismo de Peirce*. p.217.

Las controversias y la corrección de nuestras creencias nos ayudan a depurarlas, afinamos nuestras descripciones, tratamos de usar conceptos claros y definiciones mejor estructuradas. Recordemos que las teorías están constituidas por un conjunto finito de proposiciones que tienen vigencia dentro de determinados contextos espacio-temporales y que dependen, entre otras muchas cosas, de la invención de nuevas técnicas y del desarrollo de nuevas tecnologías. En el siguiente capítulo abordaremos estos temas y veremos cuál es su relación con el realismo de entidades que Hacking sostiene.

CAPÍTULO II. CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

II.1 Ciencia y experimentación.

Hacking piensa que entre los científicos suele dársele más preferencia a la teoría que al experimento, sin embargo, él piensa que “la experimentación tiene una vida propia” (Hacking, 1983, página 178) Además, está mal planteada la pregunta “¿qué es el método científico?” Porque no hay, no existe El Método Científico, sino que el conocimiento científico está lleno de diversas metodologías. Las diversas metodologías se usan con el fin de que los experimentos nos ayuden a descubrir algo con respecto al mundo. Pero ¿qué es primero: la teoría o el experimento? Un científico puede observar que se forman pequeñas gotitas de agua sobre la hoja de una planta. Este científico busca en su memoria y en sus libros una teoría que dé razones de tipo bioquímico, por ejemplo, corroboradas que expliquen este hecho y no, no las encuentra por ningún lado. Entonces, el científico trata de explicarse ese hecho pero no hace una interpretación de él a la luz de una o varias teorías, porque él no tiene una teoría. Cuando los científicos se enfrentan a hechos nuevos, al principio, tratan de entenderlos proponiendo hipótesis vagas hasta que el descubrimiento pueda ser explicado con leyes o teorías.

Hacking piensa que a lo largo de la historia de la ciencia han existido muchos casos en los que las observaciones precedieron a cualquier formulación teórica²⁶. Los científicos experimentalistas desarrollan ciertas habilidades para hacer que la naturaleza se comporte de nuevas formas. Hacking no pretende sostener que las observaciones que les llaman la atención a los científicos sean valiosas o hagan algo por sí mismas. “Muchos

²⁶ La palabra “teoría” puede ser usada en varios sentidos, aquí queremos mencionar dos para luego hacer una aclaración: 1) serie de leyes sistematizadas, corroboradas y rigurosas que sirven para relacionar determinado orden de fenómenos y 2) como una cosmovisión general del mundo. La aclaración que queremos hacer es que cuando Hacking nos habla de “formulaciones teóricas” se refiere al primer sentido.

fenómenos causan gran expectativa, pero tienen que abandonarse porque nadie puede llegar a entender qué significan, cómo se conectan con otras cosas o cómo pueden utilizarse para algún fin” (Hacking, 1983, p.186) Hacking no cree que el trabajo experimental exista independientemente de la teoría. Lo que le parece un hecho es que una gran cantidad de investigación fundamental precede a las teorías arraigadas. “A veces hay trabajos experimentales profundos que la teoría genera en su totalidad. Algunas teorías importantes salen del experimento preteórico. Algunas teorías languidecen por falta de conexiones con el mundo real, mientras que algunos experimentos no tienen nada que hacer por falta de teoría. Hay también familias felices, en las que teorías y experimentos provenientes de diferentes direcciones se encuentran” (Hacking, 1983, página 187).

De las primeras observaciones que hacen los científicos inferen y formulan proposiciones que las describen de manera general, después reflexionan para tratar de recrear el nuevo fenómeno una y otra vez para llegar a comprenderlo (si es posible en el laboratorio, porque hay casos en los que no es posible como en el caso de la astronomía, donde no se hacen experimentos, sólo se pueden observar los fenómenos). Una de las categorías relevantes en la teoría de Hacking es la invención. “La historia de la termodinámica es una historia de invenciones prácticas que gradualmente llevaron a un análisis teórico. Una manera de desarrollar nueva tecnología es elaborar una teoría y su experimento que a su vez se aplican a problemas prácticos. Otra manera es cuando las invenciones se desarrollan siguiendo su propio ritmo práctico y la teoría se deriva de manera indirecta. El ejemplo más obvio es el mejor: la máquina de vapor” (Hacking, 1983, página 191). La máquina de vapor no tuvo sus orígenes en teorías científicas establecidas sino que fue un artefacto que se inventó para resolver un problema práctico: extraer agua de las minas de carbón. Hacking señala que no se sabe a quién se le ocurrió la

idea aunque es posible inferir que, tal vez, se le ocurriera a uno o varios de los capataces de las minas de Cornualles.

Con este ejemplo Hacking quiere destacar que *antes* de llegar a la ciencia que conocemos como “termodinámica” existieron tres fases de *invenciones* que implicaron a varios conceptos experimentales, esas fases fueron: la máquina atmosférica de Newcomen (1709-1715), la máquina de condensación de Watt (1767-1784) y la máquina de alta presión de Trevithick (1798). Como podemos ver Hacking está apuntando hacia la importancia de la experimentación, la representación y la intervención como parte de los procesos de innovación que llevaron a cabo Newcomen, Watt y Trevithick, y que desembocaron en la configuración de una nueva ciencia y de nuevas máquinas. Las máquinas desarrolladas por ellos le permitieron a las personas de su época intervenir en el mundo, o sea, resolver exitosamente sus problemas. Es a partir de las leyes de la termodinámica que se crearon nuevos artefactos, lo cual pone al descubierto que los experimentos son intentos imaginativos que ayudan y anteceden, a veces como en el caso de la máquina de vapor, al perfeccionamiento de nueva tecnología.

En el siguiente apartado expondremos con más detalle cuáles son las diferencias y las relaciones que se dan entre la técnica, la tecnología y la ciencia pues, como podemos ver, Hacking no se detiene mucho a reflexionar sobre estas cuestiones. Veremos, al final de este capítulo, qué relación hay entre éstas nociones de la filosofía de la tecnología y el realismo de entidades que Hacking defiende.

II.2 Tecnología: técnica, diseño y artefactos.

Consideramos que es necesario hablar de la relación que existe entre la ciencia y la tecnología ya que Hacking no es muy explícito al respecto. Para ello presentaremos algunas

nociones básicas que se usan en la filosofía de la tecnología contemporánea. Recurriremos a dos autores: primero, Miguel Ángel Quintanilla²⁷ y, después, Fernando Broncano²⁸.

Quintanilla usa el concepto de técnica en sentido genérico cuando él habla de filosofía de la técnica o historia de la técnica, mientras que la denominación de técnica empírica o artesanal queda reservada para las técnicas productivas no basadas en la ciencia y que se basan exclusivamente en la experiencia práctica. Por otro lado, la noción de tecnología queda reservada para las técnicas productivas basadas en la ciencia. Un sistema técnico es aquel que cuenta con los siguientes elementos: artefacto, materiales, energía y usuario o agente intencional (que utiliza, diseña o controla a los artefactos).

Este autor define al sistema técnico como *“un dispositivo complejo compuesto de entidades físicas y de agentes humanos, cuya función es transformar algún tipo de cosas para obtener determinados resultados característicos del sistema”* (Quintanilla, 1998, p.5)

Los componentes de un sistema técnico pueden ser caracterizados de la siguiente manera:

- a.-Componentes: materiales (materias primas, energía, equipamiento) y agentes (operadores usuarios, gestores).
- b.-Estructura.- acciones de transformación (procesos materiales, acciones de manipulación) y acciones de gestión (flujo de información, monitorización, control automático o manual del sistema).
- c.-Objetivos pretendidos.

²⁷ Miguel A. Quintanilla. *“Técnica y Cultura”* en <http://cts.usal.es> Fecha de creación 03/ 08/ 1998, Departamento de Filosofía, Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad de Salamanca, Campus Unamuno. Edificio FES 37007 Salamanca, Tel/Fax: +34 923 294638, e-mail: maquinta@gugu.usal.es

²⁸ Broncano, Fernando. *Mundos Artificiales. Filosofía del cambio Tecnológico*. México. Ed. Paidós-UNAM-FFyL, 2000.

d.- Resultados realmente obtenidos. (Cabe señalar que Quintanilla en este punto señala que es posible que se obtengan resultados que nadie pretendía obtener).

Quintanilla propone que su definición de sistema técnico constituya una base sólida para la construcción de una teoría de la estructura y la dinámica de la tecnología.

La expresión de *cultura técnica* que Quintanilla usa puede tener dos acepciones, como él mismo lo señala: 1.-puede referirse al conjunto de técnicas, como conocimientos prácticos, de que dispone un determinado grupo social, y 2.- puede referirse a un conjunto de rasgos culturales, representaciones, reglas y valores, relacionados con las técnicas. Quintanilla opta por el segundo sentido y dice que los sistemas técnicos son en realidad sistemas híbridos, esto es, *socio-técnicos*. Para este autor, cualquier sistema técnico es un sistema cultural que engloba tanto a los conocimientos científicos y tecnológicos como a otros componentes culturales como los que se refieren a los valores, habilidades, representaciones o creencias, en pocas palabras: "*la cultura forma parte de los sistemas técnicos y la técnica forma parte de la cultura*" (Quintanilla, 1998, p.8) Los componentes principales de la cultura técnica son:

1. Los conocimientos, creencias y representaciones conceptuales o simbólicas sobre las técnicas y sobre los sistemas técnicos. Llamaremos a esto *el contenido simbólico o representacional de la cultura técnica*.
 2. Las reglas y pautas de comportamiento, habilidades y conocimientos operacionales referidos a sistemas técnicos. Llamaremos a esto *el componente práctico de la cultura técnica*.
 3. Los objetivos, valores y preferencias relativos al diseño, adquisición, uso etc., de sistemas técnicos y de conocimientos técnicos. Llamaremos a esto *componente valorativo o axiológico de la cultura técnica*.
- (Quintanilla, 1998, p.8)

Cabe aclarar, con respecto al punto tres en el que se habla de los valores, que éstos pueden ser valores de tipo moral, epistémico (sencillez, claridad, etc.), político o estético. Los sistemas técnicos incorporan muchos contenidos culturales, los agentes humanos que actúan intencionalmente necesitan determinada información que forma parte de su propia

cultura. Quintanilla piensa que: “*el conjunto de los contenidos culturales incorporados a todos los miembros de una clase de sistemas representativos de una determinada técnica, constituye el contenido cultural de esa técnica en sentido estricto (cultura técnica incorporada)*” (Quintanilla, 1998, pág.8).

Hacking nos ofrece un ejemplo muy ilustrativo con respecto a la interacción que se da entre un sujeto, un artefacto y la cultura técnica de su tiempo. Los microscopios no sólo sirven para ver a través de ellos. “De hecho un filósofo seguramente no podrá ver a través de un microscopio hasta que haya aprendido a usar varios de ellos” (Hacking, 1983, pág.218) Los ojos del filósofo, al aprender a usar el microscopio, podrán distinguir entre una partícula de polvo de la glándula salival de una mosca. Hacking dice que ésta es la primera lección : “se aprende a ver en el microscopio haciendo algo, no sólo mirando” (Hacking, 1983, pág. 218) Poder *hacer algo* implica ser entrenado primero. Al mirar por el microscopio “la convicción de que una parte de la célula está allí, tal y como la imagen la representa, se refuerza, por decir lo menos, cuando utilizamos medios físicos para, por ejemplo, microinyectar un fluido precisamente en esa parte de la célula” (Hacking, 1983, pág.219)

Hacking piensa que se necesitan de teorías científicas para hacer un microscopio pero no se necesita que una persona posea esos conocimientos para usarlo. La teoría puede ayudarle a entender al observador por qué los objetos percibidos con el microscopio tienen, por ejemplo, franjas, pero es posible que el observador aprenda de manera totalmente empírica a ignorar ese efecto que es producido por el microscopio sobre el objeto. Un biólogo no es, necesariamente, un especialista en óptica como algunos físicos lo son²⁹. Lo

²⁹ Hay dos cuestiones en las que queremos detenernos un momento a reflexionar. La primera es que la mayoría de los científicos aprenden a usar los aparatos con los que está equipado su laboratorio *sin* saber mucho acerca de cómo o con base en qué teorías de la óptica, de la gravitación universal, de la atracción

que Hacking quiere destacar es que cualquiera puede mirar a través de un microscopio pero sólo los que educan su inteligencia y sus sentidos, para ver y hacer algo, podrán distinguir polvo de estructuras celulares en el portaobjetos, veamos:

La práctica —me refiero en general al hacer, no a ver— desarrolla la habilidad para distinguir entre los artefactos visibles de la preparación o del instrumento, y la estructura real que se ve con el microscopio. Esta habilidad práctica genera convicción. La habilidad puede requerir que uno entienda algo de biología, aunque es posible encontrarse con técnicos de primera que ni siquiera saben de biología. En todo caso, la física simplemente no es importante desde el punto de vista del sentido que el biólogo le da a la realidad microscópica. Las observaciones y las manipulaciones muy pocas veces acarrearán una carga de teoría física, y lo poco de teoría que podamos encontrar es independiente de las células o de los cristales que se estén estudiando (Hacking, 1983, pág.221).

Por ejemplo, Leeuwenhoek no era biólogo sino un técnico genial, sus microscopios tenían una sola lente, y hacía una lente para cada espécimen. Leeuwenhoek manufacturaba lentes y nunca reveló su técnica (no se sabe bien cuál era el proceso de pulido que llevaba a

entre las fuerzas, de la termodinámica, etc. están contruidos sus artefactos. Ellos aprenden a usarlos, a entrenar sus sentidos, a adquirir más habilidad para detectar lo ya conocido o darse cuenta de los efectos no esperados producidos por los fenómenos en cuestión, a la luz, claro está, de los conocimientos y de la tecnología que poseen en ese momento. Muchos científicos, y personas que tienen las más diversas actividades, usan sus computadoras personales y no tienen la más remota idea sobre cuáles teorías científicas han sido usadas para construir las. La segunda cuestión en la que queremos detenernos, tiene que ver directamente con las teorías científicas con base en las cuales está construido un artefacto. Inventemos un ejemplo: supongamos que dos tradiciones de investigación científica entran en una disputa porque los científicos —que pertenecen a la comunidad A— han encontrado una nueva bacteria, la han puesto en el portaobjetos, la examinan cuidadosamente con el microscopio electrónico que está en su laboratorio y encuentran que la bacteria presenta una serie de puntitos rosas. Imaginemos que la misma bacteria es observada por otros científicos, pertenecientes a la comunidad B, esto es, ellos observan una bacteria que posee las mismas propiedades físicas, químicas y genéticas que sus rivales de la comunidad A, pero al ser observada bajo su microscopio electrónico ésta presenta unos puntitos verdes. Después de que ambas comunidades comparten sus resultados y revisan todas las teorías biológicas, físicas, químicas, genéticas, etc. de las que disponen, llegan a la conclusión de que los puntitos (ya sean rosas o verdes) son un efecto producido por los microscopios y no una cualidad de la bacteria en cuestión. ¿Qué hay que hacer entonces? Revisar todas las teorías científicas que están involucradas con el diseño, la construcción y el armado de los microscopios electrónicos para inventar y desarrollar uno nuevo. Una vez puesto a trabajar, el nuevo microscopio les permitirá a los científicos dar una explicación coherente y consistente con sus conocimientos en relación a por qué sus antiguos microscopios electrónicos producían ese efecto. Imaginemos que dos científicos involucrados en esta disputa, uno de la comunidad A y uno de la comunidad B, decidieron formar el equipo de investigación que construyó el nuevo microscopio. Ellos, en este caso si tuvieron que aprender muchas cosas por las que hasta ese momento —en el que surgió la discrepancia entre sus resultados— no se habían preocupado, es decir, tuvieron que adquirir conocimientos de óptica además de todo lo que tenía que ver con el diseño y desarrollo de las partes de un microscopio. Esto no quiere decir que todos los miembros de las comunidades A y B hayan tenido que hacerlo, en lo sucesivo a ellos les bastará con aprender a usar el nuevo microscopio aun cuando solamente tengan vagas nociones sobre las teorías con base en las cuales se ha desarrollado esa nueva tecnología.

cabo con sus lentes). Es probable que lo que Leeuwenhoek en realidad inventó es la técnica de la iluminación del campo oscuro más que el microscopio. Cabe señalar que Quintanilla, más arriba, dice que la tecnología (no la técnica) tiene sus bases en las teorías científicas, en este caso, para construir mejores microscopios, que el de Leeuwenhoek, se requirieran de las teorías de la luz de la óptica.

A Hacking le interesa, con este ejemplo, hacer la distinción entre artefactos y los objetos reales porque

En las disputas metafísicas acerca del realismo, el contraste es entre <<un ente real pero no observable>> y <<un ente no real que es un instrumento del pensamiento>>. Con el microscopio sabemos que hay puntos en la micrografía. La pregunta es si son artefactos del sistema físico o si son una estructura presente en el espécimen mismo. Mi argumento de coincidencia simplemente dice que sería una coincidencia ridícula si dos tipos de sistemas físicos totalmente diferentes produjeran exactamente el mismo tipo de arreglo de puntos en las micrografías (Hacking, 1983, pág. 232)

Hay que hacer una reflexión con respecto a ¿qué es un artefacto? Los artefactos, desde la visión de Quintanilla, tienen límites determinados, es decir, para algo fueron contruidos. Es posible que puedan ser utilizados para cosas para las que originalmente no fueron creados pero estos nuevos usos caen dentro de su límite, dentro de las propiedades y características que los componen. La limitación es fáctica, el artefacto sirve para lo que fue hecho y algo más sólo dentro de su ser lo que es. No podemos, por ejemplo, freír papas sobre una bicicleta. Los artefactos poseen, en sí mismos, desde el momento de su diseño un contenido cultural, o sea, un grupo específico de personas los usaran para algo, para lo que fueron hechos y luego puestos en operación. No cualquiera puede operar una nave espacial, hay artefactos más simples y otros más complejos que sólo podrán ser operados por aquellos usuarios que adquieran conocimientos más complejos (teóricos y/o prácticos).

Ahora vamos a hablar sobre el diseño de los artefactos. Los diseños tecnológicos han ido cambiando, mejorando a lo largo de su desarrollo histórico. Broncano³⁰ propone que la racionalidad tecnológica debe estudiarse con respecto al marco de los procesos de diseño. Nuestra racionalidad puede servir como una virtud pues es una facultad que podemos poner en ejercicio. Su idea es que la racionalidad se puede ejercer cuando el sujeto es colectivo y plural. Este autor piensa que “las creencias y las acciones son racionales en virtud de la racionalidad; los métodos, por su parte, se pueden entender como sistemas de controles que lleva a cabo nuestro cerebro o la comunidad de sujetos” (Broncano, 2000, pág.136).

La tecnología es una forma social de la transformación del medio. Al cambiar las instituciones también cambia la tecnología. Broncano sostiene que los diseños están sometidos a la verificación colectiva, pensamos que él se refiere a la colectividad de expertos que saben cómo está constituido un determinado artefacto más que referirse a la colectividad de usuarios del artefacto. La tecnología y sus diseños dependen de las condiciones (favorables o desfavorables) de uso que alientan o no a determinados desarrollos. Una vez hecho el diseño se conjetura qué tan factible es pragmáticamente. La realizabilidad del plan tiene que ver con estos tres elementos: los conocimientos científicos, los conocimientos prácticos y los recursos instrumentales suficientes. Para Broncano una de las características esenciales de los objetos tecnológicos es la interdependencia funcional de las soluciones. Ellas tienen que ver con los efectos prácticos

³⁰ Broncano, Fernando. *Mundos Artificiales. Filosofía del Cambio Tecnológico*. México, Ed. Paidós-UNAM-FFyL, 2000, 324 páginas.

(provisionales) de un diseño. El diseño es por sí mismo un conjunto de soluciones funcionales en relación con ciertos problemas³¹.

La característica en la que Broncano ubica el núcleo del valor de la tecnología es la “*capacidad de abrir posibilidades y crear oportunidades*” (Broncano, 2000, p.82) La tecnología es un sistema de instituciones que a lo largo de la historia de la humanidad se ha ido configurando, es decir, que ella es un producto de la sociedad. La ciencia tiene como objetivo la explicación mientras que la tecnología tiene como objetivo la transformación práctica. Según Broncano, “*la forma de innovación que introduce la tecnología es la aplicación del método científico a la praxis humana*” (Broncano, 2000, p.87). Broncano está de acuerdo con Quintanilla en que las técnicas son sistemas de acciones dirigidas a la transformación de la realidad. Broncano llega a la conclusión de que las diferencias entre la ciencia y la tecnología están en sus productos. Hay que aclarar que Broncano no habla del método científico como si fuera unitario, sino que habla de los diversos métodos que los diferentes campos de investigación científica han desarrollado, por lo tanto, las diferentes tecnologías se nutren de esos métodos científicos.

Broncano define al diseño como “un plan de acción cuyo resultado es un artefacto o sistema artificial” (Broncano, 2000, p. 117) Los diseños son en esencia una secuencia de operaciones que buscan tener como resultado un objetivo que ya ha sido establecido previamente. Con respecto a la tecnología sus diseños determinan un conjunto de estados posibles, en palabras de Broncano: “una tecnología en general y un diseño en particular

³¹ La historia de la tecnología nos proporciona muchos ejemplos, aquí daremos uno: “Thomas Alva Edison patentó aquel mismo año [1868] su primer invento –un dispositivo para registrar mecánicamente los votos del Congreso–, pensando que así se abreviarían los trámites legislativos. Uno de los diputados le dijo, sin embargo, que no había ningún deseo de acelerar los trámites; las votaciones lentas eran, a veces, una necesidad política. A partir de entonces, Edison decidió no inventar jamás nada sin estar seguro de que se necesitaba.” (Asimov. *Momentos estelares de la ciencia*. Página 99).

delimita un conjunto de estados y cosas pragmáticamente posibles” (*Ibidem.*, pág. 122) Las posibilidades pragmáticas a las que este autor se refiere son relativas a una cultura, a un grupo humano y a un contexto determinado. Hay un supuesto firme en cuanto al diseño de un artefacto: que el artefacto es conceptualmente posible, lo que implica a su vez que es físicamente posible, lógicamente posible y nomológicamente posible.

Los desarrollos técnicos van mejorando, se hacen innovaciones que abren el conjunto de las posibilidades pragmáticas. Los medios que encontramos para mejorar la tecnología se convierten en oportunidades y éstas a su vez son relativas a la cultura tecnológica de la que son parte. Hacking está de acuerdo con estas ideas, en el sentido de que “diseñamos un instrumento sabiendo en principio cómo va a trabajar [...] Le dedicamos varios años al trabajo de perfeccionar varios prototipos y, finalmente tenemos un instrumento a través del cual podemos discernir una estructura particular” (Hacking, 1983, pág. 233). La innovación técnica tiene su propia dinámica interna y, según Quintanilla³², está íntimamente ligada a la investigación científica. El impacto que tiene la innovación tecnológica puede ser estudiado y analizado en la actividad económica de una sociedad. Además, también afecta a la estructura social y cultural de un pueblo. Es a lo largo de la historia de un pueblo que se va transmitiendo información con respecto a las diferentes técnicas y éstas a su vez desembocarán en la creación de nuevas tecnologías.

Quintanilla (1989) cree que existe una interacción entre la técnica y la cultura de un pueblo. La sociedad *demand*a cierto tipo de tecnologías, la creación y uso de ellas influye en el cambio cultural. Dentro del ámbito de la tecnología también están inmersos los valores morales que comparten los individuos de una sociedad, Quintanilla propone que

³² Miguel Ángel Quintanilla. *Tecnología: un enfoque filosófico*. España, FUNDESCO, 1989, 143 páginas. [Capítulo I. Problemas Filosóficos de la Tecnología.]

estos valores morales sean de carácter racional. Ese, justamente, es el reto: tener tecnologías que beneficien equitativamente a los miembros de una sociedad de manera justa y racionalmente aceptable para todos. El desarrollo de la tecnología está inmerso en los valores que una sociedad determinada sustenta y siempre es posible que cambie el contenido de los valores morales en los sistemas de preferencias de los sujetos, o bien, se creen nuevos valores.

II.3 Observación.

Hacking piensa que hay seis lugares comunes desde los que se habla de la observación. Vamos a presentar aquí esos seis puntos resumidos:

1.- La concepción de la observación de los filósofos: la idea de que el experimentador se pasa la vida haciendo las observaciones que proporcionan los datos para la contrastación de teorías o sobre los que se construyen las teorías. Este tipo de observación no desempeña un gran papel en los experimentos. Algunos grandes experimentadores han sido malos observadores. La tarea experimental tiene que ver con las buenas observaciones y el informar pero la prueba de ingenio y de grandeza radica en construir una pieza de equipo que muestre un fenómeno de manera estable y confiable.

2.- La observación de un fenómeno entendida como la atención persistente que el buen experimentador pone en las rarezas o en los resultados inesperados arrojados por el equipo o por alguna de sus piezas. Un experimentador con talento no descarta los datos inesperados porque la experiencia acumulada nos enseña que, a veces, esos datos han llevado a un conocimiento nuevo.

3.- La experimentación supera a la observación cruda. Hay observaciones interesantes que a veces han sido esenciales para iniciar una investigación pero se requiere

más experimentación y creación de artefactos hasta llegar a controlar y comprender bien un fenómeno.

4.-La observación es una habilidad en la cual unas personas son mejores que otras. Con entrenamiento y práctica esta habilidad puede mejorar.

5.- La idea filosófica de un “enunciado observacional puro” ha sido criticada desde otra idea: la de que todos los enunciados están cargados de teoría. La cual es una manera equivocada de abordar el tema. Hay muchos enunciados observacionales preteóricos que por lo regular no aparecen registrados en la historia de la ciencia.

6.- “Ver a simple vista” es también una manera de observar pero los científicos no se limitan a observar de esta forma. Los científicos, por lo general, observan objetos o sucesos con instrumentos. Las cosas que los científicos del siglo XX “ven” pocas veces pueden verse sin la utilización de aparatos.

Hacking destaca el hecho de que desde tiempos de Francis Bacon la palabra “observación” estaba ligada al uso de instrumentos que servían para medir la altitud de los objetos celestes. Esos artefactos o instrumentos ayudan al científico a ir más allá del “ver a simple” vista para poder llegar a hacer inferencias o deducciones útiles. Alrededor del año 1616 William Harvey³³ había observado la acción del corazón y de la sangre. Harvey vio que el corazón, a cada contracción que llevaba a cabo, bombeaba cierta cantidad de sangre a las arterias. Al pasar una hora, según los cálculos de Harvey, el corazón habría bombeado una cantidad que pesaba tres veces más que un hombre pero ¿de dónde venía y a dónde iba toda esa sangre? Según Galeno, médico griego del siglo III d.C., pensaba que la sangre venía e iba suavemente por las arterias pasando a través de orificios

³³ Tomamos la anécdota de William Harvey del libro *Momentos estelares de la ciencia*. De Isaac Asimov. Alianza editorial. México, 1991, de la página 25 a la 27.

invisibles en la pared que dividía el corazón en dos mitades. La sangre fluía en una dirección y luego en la contraria. Esta teoría subsistió durante mil cuatrocientos años.

Harvey siguió los pasos del médico belga Andreas Vesalius, quien fue el primero en diseccionar cuerpos humanos por lo que es considerado el padre de la anatomía. Para el año 1616 Harvey mencionaba en sus conferencias cuales eran las funciones del corazón, y cómo éste impulsaba la sangre en un recorrido circular. Llegó a estas conclusiones no sólo a través de una larga serie de disecciones, sino también gracias a sus estudios sobre el movimiento del corazón y la sangre en una gran variedad de animales vivos. Fabricius, un médico que era profesor en Padua, descubrió que las válvulas de las venas funcionaban en una sola dirección pero no comprendió su función. Harvey sabía esto y pensó que era claro que la sangre podía salir del corazón por las arterias, que había “algo” que las conectaba a las venas, mientras que las válvulas impedían que el movimiento se invirtiera.

Harvey ligó diversas arterias y observó que sólo se hinchaban de un lado del corazón, luego ligó diversas venas y vio que la presión crecía hacia el lado opuesto del corazón. Su teoría de que la sangre circulaba se enfrentaba a una objeción: *no había conexiones visibles entre las venas y las arterias*, entonces ¿cómo pasaba la sangre de unas a otras? Cerca del punto donde las arterias parecían terminar surgían venas minúsculas que luego se hacían cada vez más grandes pero no había una conexión visible entre ambas. Aun con esa laguna, Harvey dio por buena su teoría en 1628 y publicó la obra *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (*Ensayo anatómico sobre el movimiento del corazón y la sangre en los animales*). En ella explicaba el método experimental y ofrecía una precisa descripción del mecanismo del aparato circulatorio. Con la publicación de esa obra Harvey sufrió duras críticas por parte de algunos de sus coetáneos y, aun así derrocó la teoría de Galeno.

Debido a que Harvey carecía de microscopio, la única parte importante del proceso que omitió fue el papel desempeñado por los capilares. En 1661, cuatro años después de morir Harvey, el médico Italiano Marcello Malpighi examinó tejido vivo al *microscopio* y observó diminutos vasos sanguíneos que conectaban las arterias y venas en los pulmones de una rana. Malpighi los llamó capilares (“como cabellos”) por sus pequeñas dimensiones. La teoría de la circulación sanguínea estaba completa.

Con este episodio de la historia de la ciencia queremos mostrar que hay una clara dependencia entre la observación científica y la tecnología. Ahora, desde un punto de vista filosófico, veremos que relación existe entre la tecnología y las entidades. Grover Maxwell³⁴ da una respuesta realista al respecto, para él la distinción entre un ente observable (o inobservable) y un ente teórico es vaga y no es tan importante en las ciencias naturales. Según este autor, no podemos usar tal distinción para argumentar que las entidades teóricas realmente no existen. La tesis que Maxwell sostiene es que hay, en principio, una serie continua que empieza con ver a través de un vacío sin interferencias o intermediaciones y que contiene elementos como: ver a través de una ventana, ver a través de anteojos, ver a través de un microscopio de gran poder, etc. La consecuencia importante para Maxwell, y que Hacking acepta, es que no tenemos criterios que nos permitan trazar una línea que no sea arbitraria entre “observación” y “teoría”. “Objetos como los genes, que antes eran meramente teóricos, se transforman, en entidades observables. Ahora vemos grandes moléculas. Así, la capacidad de ser observable no es una manera satisfactoria de

³⁴ “The Ontological Status of Theoretical Entities” apareció en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III (*Scientific Explanation, Space and Time*), Minneapolis, University of Minnesota Press, 1962. En este trabajo usamos la traducción en español que aparece en el libro *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz (compiladores). Siglo XXI-UNAM, México, 1989, de la página 116 a la página 144.

distinguir los objetos que son reales de los que no lo son en la ciencia.” (Hacking, 1983, página 199).

Hacking está de acuerdo con Maxwell en que se debe restar importancia a la visibilidad de los objetos como base de la ontología. “Al tratar de mostrar que podemos hablar de la *posibilidad* de observar electrones sin cometer errores lógicos o conceptuales, he tratado de apoyar la tesis de que cualquier término (no-lógico) es un candidato *posible* para ser un término de observación” (Maxwell, 1962, p.125-126). Para Maxwell la observabilidad de las entidades no tiene nada que ver con su *status* ontológico. Además Maxwell piensa que:

A pesar de que he defendido que la línea entre lo observable y lo inobservable es difusa, que cambia de un problema científico a otro, y que se desliza constantemente hacia el extremo “inobservable” del espectro al haber mejores medios de observación (mejores instrumentos), sería sin embargo absurdo minimizar la importancia de la base de observación, porque es absolutamente necesaria como base de confirmación para enunciados que si se refieren a entidades que son inobservables en un cierto momento. Pero deberíamos tomar como una unidad fundamental de dicha base, no al “término observacional”, sino más bien al enunciado que sea rápidamente decidible. Un enunciado rápidamente decidible (en el sentido técnico aquí utilizado) puede definirse como un enunciado singular, no-analítico, tal que un usuario del lenguaje, que sea confiable y razonablemente sofisticado, pueda decidir muy rápidamente si afirmarlo o negarlo al informar sobre una situación que ocurre. Puede ahora definirse “término observacional” como un “término descriptivo (no-lógico) que puede ocurrir en un enunciado rápidamente decidible”, y “enunciado observacional” como “un enunciado cuyos únicos términos descriptivos son términos observacionales” (Maxwell, 1962, página 127-128)

Por otro lado, hay filósofos que piensan que no hay enunciados puramente observacionales porque todos están cargados de teoría. Hacking piensa que esta es una tendencia idealista porque hace depender el contenido mismo de cualquier enunciado científico de la manera en la que pensamos, más que de la realidad independiente de la mente. Hacking insiste en que experimentar no es una actividad en la que los científicos se limiten a describir o informar, es decir, a simplemente redactar informes de observaciones

o “enunciados fácticos”, sino que es una actividad que los lleva a hacer cosas –y no cosas con las palabras.³⁵ Con el paso del tiempo, es posible que los científicos lleguen a observar entidades que alguna vez fueron teóricas (como los “vasos capilares” que hacían falta para completar la teoría de Harvey).

Las –entidades– que vienen a la mente de manera más inmediata implican la utilización de instrumentos como ayuda a la observación. Ciertamente, utilizando nuestro conocimiento teórico del mundo, adquirido dolorosamente, llegamos a ver que “observamos directamente” muchos tipos de las llamadas cosas teóricas. [...] –Maxwell concluye que– el trazar la línea teórico-observacional, donde quiera que se trace, es un accidente y una función de nuestra constitución fisiológica, del estado actual de nuestro conocimiento y de los instrumentos que en ese momento nos sean accesibles y, por lo tanto, que no tiene ninguna significación ontológica. (Maxwell, 1962, pág. 129-130)

Cabe destacar que para Hacking no es lo mismo la observación que el experimento, ni siquiera los considera como los polos opuestos de un continuo. Hay observaciones que no tienen que ver con experimentos, veamos: El doctor Beauchamp, quién en la guerra de 1812 tuvo la suerte de observar, “durante un largo periodo, la manera como trabaja el tracto digestivo de un hombre que tenía una herida terrible en el estómago. ¿Fue este un experimento o sólo una serie de observaciones que el destino permitió en circunstancias casi únicas?” (Hacking, 1983, página 202). Hay otros casos en los que después de observar se puede experimentar, por ejemplo, en el caso del doctor Edward Jenner³⁶.

Edward Jenner nació en Gloucestershire, Inglaterra, el 17 de mayo de 1749 y a los veinte años comenzó a estudiar Medicina. Uno de los grandes problemas médicos que asolaban a la humanidad de aquellos días era la viruela³⁷. A veces brotaba una epidemia y

³⁵ Cfr. Hacking, 1983, página 202.

³⁶ Tomamos la anécdota del Doctor Edward Jenner del libro *Momentos estelares de la ciencia*. De Isaac Asimov, pp. 69-74.

³⁷ Antes que Jenner, en 1718 Lady Mary Wortley Montagu, una noble inglesa, regresó de un viaje por Turquía e informó a sus compatriotas que los turcos tenían el hábito de inocularse deliberadamente con líquido tomado de casos leves de viruela. La persona que había sido inoculada contraía una forma benigna de viruela y se inmunizaba a un bajo precio. Lady Mary infirió que sus observaciones eran correctas e inoculó a

como había muy pocos conocimientos de higiene, la enfermedad se propagaba con gran rapidez por las sucias ciudades superpobladas. Un 10% de los que contraían la enfermedad morían y los que lograban sobrevivir quedaban “picados de viruela”. Cada pústula causada por la enfermedad dejaba una horrible cicatriz en la piel.

Jenner le prestó atención a una vieja “superstición”: se creía que la viruela bovina (una enfermedad del ganado que podía ser contraída por las personas) estaba “reñida” con la viruela humana. Los granjeros de Gloucestershire decían que la persona la contraía no se contagiaba de la otra, es decir, de la viruela humana. Jenner se preguntaba si era o no realmente una “superstición”. El doctor Jenner comenzó a observar de cerca a los animales domésticos. Los caballos padecían una enfermedad, llamada viruela equina, que consistía en pequeños bultos y pústulas en las patas de animal. Los mozos de la cuadra curaban a veces las pústulas de los caballos y luego atendían a las vacas lecheras. Las vacas no tardaban en contraer la viruela bovina. El mozo o la moza, después de unos días, tenía algunas pústulas, pero casi siempre en las manos (que estaban en contacto con la vaca) y nunca en la cara.

Otro hecho llamó la atención de Jenner: la gente, que por su oficio, tenía que estar en contacto con animales domésticos parecía realmente inmune a la viruela. Jenner llegó a la conclusión de que la viruela equina y la bovina eran una forma de viruela. Su tesis era que la enfermedad, al pasar por un animal, se debilitaba en gran medida. Los granjeros de Gloucestershire tenían razón: unas cuantas pústulas de viruela bovina en las manos, y no hacía falta preocuparse ya de la muerte o desfiguración por la viruela humana.

sus propios hijos. Lo que Lady Mary observó en Turquía fue el hecho de que la viruela sólo se podía contraer, como máximo una vez en la vida. Una vez pasada la enfermedad y repuesto el paciente no volvía a contraer viruela por mucho que se expusiera a ella.

Jenner decidió, el 14 de mayo de 1796, aceptar sobre sí una gran responsabilidad. Buscó una vaquera que tuviera la viruela bovina, tomó un poco de líquido de una pústula de la mano y se lo inyectó a un niño sano de ocho años. Dos meses después volvió a inyectar al niño, pero esta vez no con viruela bovina, sino con viruela humana. El niño no enfermó, se volvió inmune. Jenner pensó que lo mejor era repetir la prueba para estar seguro. Pasaron dos años hasta que Jenner pudo encontrar a una persona que presentara un caso activo de viruela bovina. Durante ese tiempo Jenner no publicó sus resultados. En 1798 encontró a la persona que buscaba, repitió el experimento y comprobó que el resultado anterior era correcto. Jenner decidió publicar sus resultados y anunciar al mundo que había encontrado la manera de derrotar a la viruela. La viruela bovina se llama *vaccinia* en latín, por lo que Jenner acuñó la palabra <<vacunación>> para describir su método de inocular viruela bovina con el fin de crear inmunidad contra la viruela humana.

Jenner no descubrió una manera de curar la viruela sino de prevenirla. El método consistía en utilizar la propia maquinaria del cuerpo para crear la inmunidad, obligándole a fabricar defensas químicas (<<anticuerpos>>) contra versiones benignas de la enfermedad. La observación, en sentido filosófico de producir y registrar datos, dice Hacking, es sólo un aspecto del trabajo experimental. Hay otro sentido en el que la noción de observación es más interesante: cuando un experimentador debe ser un buen observador, sensible y alerta. Un buen observador puede llevar a cabo un experimento, como Jenner, detectar los problemas que impiden el desarrollo del experimento, puede modificarlo, distinguir si algo inesperado es una clave para algo nuevo o diseñar y construir un nuevo artefacto o instrumento.

Hacking insiste en que hay que pensar en la práctica no en la teoría. Hay instrumentos o artefactos que nos permiten *probar* que, algunas entidades, se pueden

manipular entidades -que pueden o no ser visibles a simple vista. Por ejemplo, hay entidades (bacterias, virus, glóbulos rojos, estafilococos, etc.) que “antes”, sin el microscopio, no podían ser observados pero sí podían ser manipulados cuando los científicos utilizaban teorías en las que sus propiedades causales eran bien entendidas (como el caso de la viruela). “Después”, usando microscopios de alto poder, se pueden observar todas aquellas características y propiedades que son parte de una entidad, por lo que la existencia de las entidades no es una propiedad ni un predicado que se le pueda añadir a su definición. Por otro lado, están las entidades que podemos observar pero no manipular, y que aún así, si podemos llegar a conocer. Recordemos las palabras que Galileo³⁸ escribió después de haber observado, a través del telescopio, por primera vez, lo que ningún ojo humano había visto antes:

Grandes en verdad son las cosas que en este breve tratado propongo a la vista y contemplación de los estudiosos de la naturaleza. Grandes, digo, sea por su excelencia intrínseca, sea por su novedad, jamás oída en todos los tiempos, sea, en fin, por el instrumento mediante el cual esas mismas cosas se han hecho accesibles a nuestros sentidos.

Sin duda es importante aumentar el gran número de las estrellas fijas que la humanidad ha podido contemplar hasta ahora mediante su visión natural, poniendo ante los ojos otras innumerables que nunca antes se habían visto y que sobrepasan a las viejas [estrellas] ya conocidas en un número más de diez veces superior.

Es de lo más hermoso y agradable a la vista contemplar el cuerpo de la luna, que se halla a una distancia de nosotros de casi sesenta semidiámetros terrestres, tan cerca como si se hallase a una distancia de sólo dos y media de tales medidas.

Cualquiera puede averiguar con la certeza que suministra la experiencia de los sentidos que la Luna no está dotada en absoluto de una superficie lisa y pulida, sino que la suya es irregular y rugosa y, como ocurre con la propia faz de la Tierra, está por doquier recubierta por enormes prominencias, profundas hendiduras y sinuosidades.

Por otra parte, no es en absoluto algo de poca monta haber zanjado las disputas acerca de la Galaxia o Vía Láctea, proponiendo su esencia de

³⁸ Alexandré Koyré cita varios pasajes de la obra de Galileo *Sidereus Nuncius* en su libro *Del mundo cerrado al universo infinito*. Nosotros tomamos este párrafo, de las ideas de Galileo, del libro de Koyré. [Alexandré Koyré. *Del mundo cerrado al universo infinito*. 9na ed. Trad. Carlos Solís Santos. México, Siglo XXI editores, 1996, páginas 87-88]

manifiesto ante los sentidos, así como ante el entendimiento. Además de todo esto, será muy interesante y hermoso mostrar directamente la substancia de aquellas estrellas que todos los astrónomos han denominado hasta ahora *nebulosas*, demostrando que es muy diversa de lo que hasta ahora se ha creído.

Mas lo que supera con mucho todo lo que haya podido imaginar, y que es lo que me ha movido principalmente a presentarlo a todos los astrónomos y filósofos, es nuestro descubrimiento de cuatro astros errantes que nadie antes de nosotros conoció u observó, los cuales, a semejanza de Venus y Mercurio en torno al Sol, poseen sus propios periodos en torno a cierto astro principal que forma parte de los conocidos, ora precediéndole, ora siguiéndole, sin alejarse nunca de él más allá de determinados límites. Tales cosas hallé y observé no hace mucho mediante los *perspicilli* inventados por mí, iluminado previamente por la gracia divina.

Galileo observó nuevos “astros errantes” (planetas), un número mayor de estrellas fijas, las nebulosas y la superficie accidentada de la Luna, todo esto gracias al *perspicillum*, o sea, el telescopio. Galileo va más allá de las limitaciones que son inherentes a los sentidos de los seres humanos para ensanchar, de esta manera, nuestros conocimientos. “No es, pues, de extrañar que, en un principio, el *Mensaje de los astros* (*Sidereus Nuncius*) se recibiese con recelo e incredulidad y que desempeñase una parte fundamental en todo el desarrollo siguiente de la ciencia astronómica, la cual, a partir de entonces, quedó tan íntimamente ligada a la de los instrumentos que cada uno de los progresos en una de ellas implicó e indujo un progreso en la otra. Se podría decir que no sólo la astronomía, sino también la ciencia como tal inició con el invento de Galileo una nueva fase de su desarrollo, fase que podemos denominar instrumental”. (Koyré, 1996, pág.89)

Para Hacking, la realidad es más grande que nosotros; es muy probable que muchas entidades y procesos nunca lleguen a ser conocidos por los seres humanos.

El mejor tipo de evidencia de que tenemos este tipo de entendimiento es que podemos construir máquinas que trabajarán relativamente sin problemas, utilizando éste o aquel nexo causal. Así, la ingeniería, no la teorización, es la mejor prueba del realismo científico acerca de las entidades. Mi ataque –dice Hacking– contra el antirrealismo científico es análogo al ataque de Marx contra el idealismo de su tiempo. Ambos dicen que lo importante no es entender el mundo, sino cambiarlo. Tal vez haya algunas entidades que en teoría sólo podemos conocer a través de teoría (los hoyos negros). Tal vez hay entidades

que sólo mediremos y nunca usaremos. El argumento experimental a favor del realismo no dice que sólo los objetos del experimentador existen. Debo confesar cierto escepticismo acerca de los hoyos negros, por ejemplo. Puede haber otra representación del universo igualmente consistente con los fenómenos, en la que los hoyos negros queden fuera. (Hacking. 1983, página 303-304)

Hacking asume que es un escéptico que hace una inducción: las entidades teóricas que no terminan siendo manipuladas, por lo general, terminan siendo grandes errores.

Hemos visto que Quintanilla nos ha hecho reflexionar sobre el hecho de que tanto la técnica como la tecnología surgieron como una demanda de una sociedad para dar respuesta o solución a problemas prácticos. La técnica y la tecnología nos permiten transformar el mundo y hacerlo más accesible para satisfacer nuestras necesidades. Los artefactos o instrumentos que se usan dentro de un laboratorio, que tiene una línea de investigación muy especializada, han tenido que pasar por varias fases: desde el diseño en papel, los prototipos experimentales hasta el producto final, luego, los científicos son entrenados en su uso. Hacking tiene toda la razón -y coincide con Quintanilla- cuando dice que para construir un artefacto se requieren de teorías científicas dado que la tecnología tiene como base ese tipo de conocimientos. Para los científicos practicar una y otra vez hasta llegar a tener habilidades muy refinadas les permite distinguir aquello que no se esperaba con respecto a determinadas entidades. Los artefactos poseen limitaciones fácticas y lógicas: ¡no podemos usar una bicicleta fija para ir a la escuela!

Fernando Broncano nos ha hecho pensar al respecto. Desde su perspectiva, una vez hecho el diseño hacemos conjeturas sobre qué tan factible es su construcción, y una vez construido sabemos qué cosas debemos esperar de él. El diseño de los artefactos responde a una serie de problemas para los que los sujetos buscan soluciones funcionales y exitosas. Lo que Broncano pone al descubierto es la idea de que la tecnología es parte de y constituye un sistema de instituciones humanas, es decir, la tecnología es el producto de

una sociedad. En esto coinciden Quintanilla y Hacking. Los desarrollos tecnológicos van mejorando, surgen innovaciones que abren nuevos conjuntos de posibilidades, de oportunidades, de transformaciones, etc. La creación de nuevas tecnologías tiene, innegablemente, un impacto cultural, pensemos por ejemplo en todos los desarrollos y nuevas líneas de investigación que a partir de la genética se han creado.

Pero ¿cómo se conectan las ideas de Quintanilla y Broncano con el realismo de entidades de Ian Hacking? Al tener más y mejores artefactos podemos hacer mejores inferencias sobre las propiedades, comportamiento y consecuencias esperables de aquellos entes que no son observables directamente. Poder sacar el núcleo de un óvulo o llevar a cabo una fertilización *in vitro* son posibles gracias a los aparatos y los conocimientos que hoy se poseen. A la vez que se crean nuevos conceptos se resuelve el problema de infertilidad para ciertas personas que en otros tiempos habría sido imposible. Los aparatos pueden ayudarnos a corroborar que, por la evidencia que tenemos, una entidad *es de hecho de tal y cual manera* pero eso no quiere decir que su existencia, su ser lo que es, dependa necesariamente de los artefactos o de la manera en como la hemos descrito. Nosotros pensamos que los artefactos que se usan en los laboratorios nos llevan a darnos cuenta de que las entidades que coexisten en la realidad independiente, incluso aun antes de ser descubiertas o creadas, poseen una estructura determinada y dinámica. Pensamos que es dinámica porque cada vez que los seres humanos o los factores ambientales han alterado el equilibrio entre los diversos objetos que coexisten en el mundo, se desata una serie de reacomodos de las cosas; por ejemplo: actualmente hay un gran hoyo en la capa de ozono que protege a la tierra, nosotros lo provocamos y ahora tendremos que sufrir las consecuencias, se rompió el equilibrio ambiental que existía y ahora se establecerá uno nuevo del que, ojalá, salgamos bien librados.

Por otro lado, recordemos a William Harvey para quien era imposible ver una conexión entre las venas y las arterias, y cuando a él se le ocurre pensar que debía existir “algo” que las vinculara para que así la sangre circule por todo el cuerpo lo tacharon de charlatán. No es sino hasta 1661 que Malpighi *observa a través del microscopio* a los diminutos vasos sanguíneos que conectan a las venas con las arterias y, entonces, el “algo” de Harvey es bautizado por Malpighi como “vasos capilares”. Es en este sentido que para nosotros es correcta la tesis de Maxwell con respecto a que la observabilidad de las entidades no tiene nada que ver con su *status* ontológico. Malpighi observa con ayuda del microscopio a los “vasos capilares” pero ellos ya existían y tenían un cierto arreglo y unas funciones determinadas en relación con otras estructuras anatómicas que ya eran conocidas en esos tiempos. No es que Malpighi haya observado a los “vasos capilares” y entonces ese acto les confiriera a ellos *la* existencia. Experimentar y desarrollar nuevos artefactos fortalecen las ideas de Hacking, pues es el hacer cosas con las entidades lo que nos permite transformar y comprender el mundo. En este sentido también están las observaciones de Galileo de los planetas, las estrellas y los cráteres de la luna, todos estuvieron siempre ahí, no necesitaron de ningún sujeto para existir pero –como diría Villoro– si hubo un sujeto, al principio, que los pudo conocer y que, finalmente, compartió sus resultados con los filósofos y astrónomos de su época.

Para Hacking, “la lección es: hay que pensar en la práctica, no en la teoría. El antirrealismo acerca de los átomos era entendible cuando Bain escribió hace un siglo. El antirrealismo acerca de *cualquier* ente submicroscópico era una doctrina aceptable en aquellos tiempos. Las cosas son diferentes ahora. La prueba ‘directa’ de los electrones y similares es nuestra habilidad de manipularlos utilizando propiedades causales de bajo

nivel bien entendidas. Por supuesto, no sostengo que la realidad está constituida por la capacidad humana de manipular” (Hacking, 1983, p. 303)

Por su parte, el doctor Jenner es el primero en introducir al lenguaje científico los términos de “virus”, “vacuna”, “inmunización” y “anticuerpos”. La investigación científica es, por lo tanto, un proceso creativo cuyos resultados pueden ser compartidos y evaluados por los miembros de una comunidad científica especializada. Finalmente, coincidimos con Hacking en que es muy probable que las entidades que constituyen la realidad sean muchas más de las que hasta el momento tenemos catalogadas. En el siguiente capítulo analizaremos con más detalle las nociones de especulación, cálculo y experimento, veremos cómo es que Hacking las toma como fundamento de otra de sus nociones centrales: la de intervención.

CAPITULO III. REALISMO CIENTÍFICO E INTERVENCIÓN.

III.1 La triada: especulación, cálculo y experimento.

Cuando Hacking habla de especulación se refiere a la representación intelectual de algo que es de interés. La palabra “especulación” en su significado más básico puede aplicarse a todo tipo de palabrerío inútil. Hacking le da más peso a esta palabra ya que piensa que los científicos hacen especulaciones que poco a poco van adquiriendo un carácter cualitativo que nos permite entender alguna característica general del mundo. Las especulaciones, tal como Hacking las entiende, también poseen un carácter cuantitativo. Según este autor “hay por lo menos tantos tipos de especulación como tipos de representación” (Hacking, 1983, página 242).

Hacking retoma algunas ideas de Kuhn, veamos. Para Kuhn la ciencia normal es una cuestión que puede ser englobada dentro de lo que él concibe como la articulación de la teoría. Articulamos teorías para que se adecuen mejor al mundo y quedan abiertas a la verificación experimental. Las especulaciones iniciales apenas se vinculan con el mundo. Pueden existir dos razones para esto: “una es que muy raras veces se pueden deducir de una especulación consecuencias que pueden ponerse a prueba, incluso en principio. La otra razón es que aun cuando una proposición puede en principio ponerse experimentalmente a prueba, muchas veces no puede ponerse a prueba realmente, simplemente porque nadie sabe cómo hacer el experimento requerido. Se requieren nuevas ideas experimentales y nuevos tipos de tecnología” (Hacking, 1983, pág. 243). Hacking piensa que la idea de Kuhn de la articulación de la teoría debe denotar dos tipos de cosas: la articulación de la teoría y la articulación del experimento. Hacking llama a la más teórica de estas actividades

cálculo, entendiendo por cálculo la modificación matemática de una especulación que armonice más con el mundo.

Hacking ha hecho una triple distinción al interior de la actividad científica: la especulación, el cálculo y el experimento. La especulación busca una estructura cualitativa, en principio, para un cierto dominio de la realidad; mientras que la experimentación tiene, a veces, una vida autónoma. La especulación y la experimentación encajan, según Hacking, en el cálculo, “que hace que la estructura tenga la rigidez que a veces se encuentra en los textos elementales” (Hacking, 1983, página 244). El cálculo también nos permite apreciar un acoplamiento cuantitativo entre especulación y experimento. Hacking hace una aclaración: “Hasta ahora he escrito como si hacer que la teoría encaje con las posibles determinaciones de la naturaleza fuera sólo una cuestión de articulación y cálculo. Empezamos con especulaciones que gradualmente se modelan en una forma de la que pueden deducirse pruebas experimentales. Pero no es así. Hay una gran variedad de actividad intermedia que podemos denominar construcción de modelos” (Hacking, 1983, página 245).

Hacking dice que supongamos que tenemos tres elementos: teorías, modelos y fenómenos. Sería natural pensar que los modelos son modelos por partida doble: son modelos de los fenómenos y son modelos de la teoría. Como las teorías son demasiado complejas para que podamos discernir sus consecuencias las simplificamos en modelos matemáticos manejables. Estos modelos son, al mismo tiempo, representaciones aproximadas del universo. A esta manera de concebir qué es un modelo, dice Hacking, es a la que Kuhn llama articulación. Hacking dice que una concepción como esa se convierte en una cuestión de construcción de modelos que la mente humana y las técnicas

computacionales conocidas puedan operar. Estas ideas desembocan en la siguientes afirmaciones:

1. Los fenómenos son reales, vimos que sucedían.
2. Las teorías son verdaderas, o por lo menos se dirigen a la verdad.
3. Los modelos son intermediarios, extraen algunos aspectos de los fenómenos reales y los conectan, por medio de estructuras matemáticas simplificadoras, a las teorías que gobiernan los fenómenos.

En esta concepción, los fenómenos son reales y las teorías se dirigen a la verdad, y por lo general están bastante cerca de la verdad. Si hay ejemplos de esta relación. (Hacking, 1983, p.246)

Pero ¿qué tienen que ver los modelos con el realismo de entidades de Hacking y con el antirrealismo de teorías que defiende? Veamos. Si pensamos que los modelos no son *deducibles* de la teoría en la que están inmersos -pues los físicos o los biólogos pueden usar, a su conveniencia, un número de modelos mutuamente inconsistentes dentro de la misma teoría-, entonces los modelos son, en última instancia y aunque sean incompatibles, la única representación formal accesible de las leyes fenomenológicas que consideramos verdaderas. No hay algo que este más allá de estas leyes fenomenológicas. Además, nuestros modelos formales de las leyes fenomenológicas no pueden ser completamente verdaderos puesto que ellos no son mutuamente consistentes.

Tampoco hay una buena razón para pensar que un modelo es completo y mejor que otro. Entonces, ningún modelo da apoyo a razones que nos llevarán a creer en la teoría dentro de la que han sido propuestos. Hacking añade que: “los modelos tienden a ser robustos en los cambios de teoría; esto es, el modelo se mantiene pero la teoría se abandona. Hay más verdad local en los modelos inconsistentes que en la más elaborada teoría. Puede decirse que esto es un comentario acerca del presente estadio de la ciencia”

(Hacking 1983, p.247)³⁹. Bajo nuestra interpretación, Hacking aceptaría que los modelos nos permiten suponer como realmente existente, en principio, a una entidad “x” por la serie de observaciones que obtenemos de primera mano, o sea, la recopilación de los primeros datos de las manifestaciones de “x”. El modelo termina siendo correcto, cuando al final del proceso de investigación llevado a cabo para corroborar la evidencia que hemos obtenido, nos lleva a ponerle un nombre a la entidad, a dar una definición clara que englobe sus propiedades y cualidades. En pocas palabras, el modelo es correcto si podemos manipular a la entidad, si podemos experimentar más y de manera controlada con ella y con otras entidades para poder hacer predicciones.

Se argumenta que el realista [en este caso de teorías] habla de un futuro, de un ideal, en el que nosotros debemos converger en teorías que por medio de la simplificación de modelos, conectaríamos gradualmente con las leyes de los fenómenos. Ésta es la verdad a la que aspiramos. Hacking le responde de una manera inductiva a este tipo de realista: “Cada año, desde 1840, la física ha utilizado más modelos (incompatibles) de los fenómenos en su quehacer diario, que los que se han utilizado en el año precedente. El fin

³⁹ Bajo nuestra interpretación la “verdad local” a la que Hacking se refiere tiene que ver con aquellos problemas específicos que necesitan ser resueltos en un contexto que está determinado por condiciones epistémicas, tecnológicas, conceptuales, etc. Se trata, pues, de la “verdad local” en el sentido de que en un lugar específico, por ejemplo, un laboratorio en el que se investiga la clonación de células madre, se quieren resolver ciertos problemas que están en función y con miras a satisfacer los objetivos e intereses de *esos* científicos. No es que la “verdad local” tenga como su contraparte algo como la “verdad general”, al menos nosotros no inferimos esa idea del texto de Hacking. De lo que Hacking sí habla es de un realismo-en-particular y de un realismo-en-general, veamos: “El realismo-en-general se debe, pues, distinguir del realismo-en-particular, con la advertencia de que el realismo-en-particular puede llegar a dominar la discusión de tal forma que determine el curso del realismo-en-general. Un problema del realismo-en-particular se resuelve por medio de la investigación y el desarrollo de una ciencia particular. Al final, un escéptico acerca de los fotones o los hoyos negros tiene que seguir la corriente o callarse. El realismo-en-general reverbera con la vieja metafísica y la nueva filosofía del lenguaje. Es muchísimo menos dependiente de hechos naturales que cualquier realismo-en-particular. Aun así, los dos no son del todo separables y, a menudo, en estadios formativos de nuestro pasado, han estado íntimamente combinados” (Hacking, 1983, p. 49). Nosotros pensamos que la “verdad local” tiene que ver con el realismo-en-particular en el sentido de éste está estrechamente vinculado a las proposiciones estables que conforman a las teorías científicas vigentes, proposiciones que son aseveradas, utilizadas y compartidas por los miembros pertenecientes a una comunidad científica en particular, por lo tanto, el realismo-en-particular sí es dependiente de los hechos naturales que son investigados por las diversas comunidades científicas.

ideal de la ciencia no es la unidad, sino la diversidad absoluta. Este comentario puede ir al lado de una admiración intensa por proyectos que tratan de unificar la ciencia” (Hacking, 1983, página 247) ⁴⁰.

Las relaciones que existen entre los modelos con las teorías y con los fenómenos son complejas y variadas. Hacking piensa que hay *aproximaciones* que divergen de la verdad pero hay otras que van hacia la verdad. Los científicos ensayan una y otra vez hasta que una aproximación se adecua a los fenómenos. Las teorías son representaciones que nos ayudan a pensar. “Si hay alguna verdad, se encuentra en las aproximaciones, no en la teoría de fondo” (Hacking, 1983, página 247). Hay que aclarar que el propio Hacking hace una distinción importante entre lo que es un “proyecto de investigación” y un “programa de investigación”. El primero es una manera específica de enfocar un problema que combina ideas teóricas y experimentales. Un proyecto de investigación es llevado a cabo por un científico o por un grupo de científicos que solicitan fondos para realizar su trabajo. Aquí es en donde pensamos que Hacking ubica a las aproximaciones. Se usan ciertas teorías porque se sabe cuáles son sus resultados pero también se llevan a cabo nuevos experimentos y se proponen nuevas hipótesis de trabajo para obtener resultados, que se presume, serán novedosos.

⁴⁰ En esta misma dirección Paul K. Feyerabend, antes que Hacking, ya había dicho algo: “Cuando los comunistas, en los años cincuenta, forzaron a hospitales y escuelas médicas a enseñar las ideas y los métodos contenidos en el *Tratado de Medicina Interna del Emperador Amarillo* y usarlos en el tratamiento de pacientes, muchos expertos occidentales predijeron la decadencia de la medicina china. Lo que sucedió fue exactamente lo opuesto. Acupuntura, moxicombustión, diagnóstico del pulso, han llevado a nuevos conocimientos, nuevos métodos de tratamiento, nuevos problemas tanto para los doctores occidentales como para los chinos. [...] Si queremos comprender la naturaleza, si queremos dominar nuestro entorno físico, entonces debemos usar *todas* las ideas, *todos* los métodos, y no precisamente una pequeña selección de ellos” (págs. 22-23). [El ensayo de Feyerabend “ ‘Science’: The Myth and its Role in Society” fue publicado originalmente en la revista *Inquiry*, vol. 8 (1975), núm. 2, pp. 167-181. Nosotros hemos tomado la cita textual de la traducción hecha por Ángel Barahona para la *Revista Teorema*. Valencia; España, 1979, Serie Cuadernos de Teorema, núm. 53, de la página 11 a la 36].

Por otro lado, un programa de investigación es más abstracto, más histórico. “Es una sucesión de teorías que podrían perdurar siglos, y que podrían caer en el olvido durante 80 años para ser revividas más tarde por una infusión completamente fresca de hechos o ideas” (Hacking, 1983, pág. 141) Los científicos, en este caso, echan mano, de aquellas teorías más arraigadas y cuyos resultados son bien conocidos, o bien, guardan algunas de ellas porque en ese momento no tienen las herramientas conceptuales o los artefactos que podrían contribuir a corroborarlas.

Con respecto a los experimentos, Hacking piensa que hay una función que ellos cumplen: la creación de fenómenos. Se piensa que los científicos explican los fenómenos que descubren en la naturaleza; sin embargo, Hacking sostiene que comúnmente los científicos *crean los fenómenos* que posteriormente se convierten en las piezas centrales de las teorías. Según él, la creación de fenómenos favorece en gran medida el realismo científico. Pero ¿qué es un fenómeno para Hacking?

Un fenómeno es *notable*: un fenómeno es *discernible*. Un fenómeno es, por lo general, un suceso o proceso de un cierto tipo que ocurre regularmente en circunstancias definidas. La palabra puede también denotar un suceso único al que le asignamos una importancia especial. Cuando sabemos la regularidad que exhibe un fenómeno, la expresamos en una generalización con forma de ley. Al mero *hecho* de tal regularidad se le llama a veces fenómeno. (Hacking, 1983, pág. 250). [Más adelante Hacking nos dice que...] Un fenómeno para mí, es algo público, regular, posiblemente con forma de ley, pero tal vez excepcional (Hacking, 1983, pág. 251).

Otra palabra que puede servir como sinónimo de la palabra “fenómeno” es la palabra “efecto”. Los fenómenos y los efectos son cosas del mismo tipo, es decir, regularidades valiosas y discernibles. Sin embargo, Hacking hace una distinción entre ellas pues apuntan hacia diferentes direcciones: los fenómenos son sucesos que pueden ser registrados por observadores bien dotados que no intervienen en el mundo, mientras que los efectos nos llevan a pensar en los grandes experimentadores que le han dado su nombre a

los efectos (por ejemplo: el efecto Hall). Los efectos, al principio, pueden ser considerados como regularidades o (anomalías) sólo en contraste con la teoría. “Hall no creó su efecto. Descubrió que el paso de una corriente a través de una lámina de oro, en un campo magnético, produce un potencial en ángulo recto respecto al campo y a la corriente” (Hacking, 1983, pág. 254). La crítica que Hacking hace al respecto es que hay una tendencia a creer que los fenómenos revelados en el laboratorio son parte del designio divino, como si Dios hubiera escrito las leyes de la naturaleza en el Libro antes del principio y ellos estuvieran ahí esperando a ser descubiertos. Hacking piensa que el efecto Hall, así como cualquier otro, no existe fuera de cierto tipo de aparatos, esto es, de cierto tipo de *tecnología* desarrollada hasta ese momento. La sugerencia de Hacking es que el efecto Hall no existió hasta que Hall descubrió cómo aislarlo y crearlo en el laboratorio. La producción de fenómenos a voluntad, es decir, la creación de fenómenos de manera controlada y sistemática dentro del laboratorio, es una actividad en la que los científicos parten de los conocimientos ya establecidos y de aquellas suposiciones que hacen con respecto a que la nueva entidad en cuestión es de tal y cual manera. Es posible que algunas veces ellos se hayan equivocado en suponer que la entidad en cuestión es de tal y cual manera pero ha sucedido que las consecuencias que se esperaban de ella sean correctas para producir otros fenómenos a voluntad.

Otra idea que Hacking explora es que hay ciertos efectos que no se dan *antes* de la teoría, veamos. “El efecto Josephson no existía en la naturaleza hasta que la gente creó los aparatos. El efecto no se dio antes que la teoría. Hablar de la creación de fenómenos es tal vez más poderoso cuando el fenómeno precede a una teoría articulada, pero esto no es necesario. Muchos fenómenos son creados después de la teoría” (Hacking, 1983, página 258) Hacking sostiene que el experimento es la creación del fenómeno, al crear los

fenómenos lo que se busca es tener regularidades discernibles, por tanto, un experimento que no es repetible falla en crear un fenómeno. “Experimentar es crear, producir, refinar y estabilizar fenómenos. Si hubiera muchos fenómenos en la naturaleza, si las zarzamoras del verano estuvieran allí listas sólo para recogerlas, sería extraordinario que los experimentos no funcionaran. Pero los fenómenos son difíciles de producir de manera estable.” (Hacking, 1983, pág. 259)

La experimentación tiene que ver con varias tareas como la de diseñar el experimento, la de hacer que el experimento funcione y, por otro lado, está el aprender a distinguir cuándo un experimento ha funcionado. Hacking piensa que al estar observando el científico debe tener la habilidad de distinguir lo que es raro, instructivo o distorsionado al usar el equipo experimental. Para Hacking, el científico experimental es la persona que está alerta y es perspicaz. Una vez que el equipo funciona correctamente se pueden hacer cosas y recopilar esa información. Hacking hace la siguiente acotación:

El preaprendizaje en el laboratorio de la escuela es, en su mayor parte, adquirir o fallar en adquirir la habilidad para saber cuándo el experimento funciona. La reflexión, el diseño, la puesta en práctica ya ha sido hecha. Pero falta algo. La habilidad para saber cuándo funciona el experimento incluye, por supuesto, tener una buena idea de cómo trabaja para saber cómo hacer que trabaje correctamente. Un curso de laboratorio en el que todos los experimentos funcionaran sin problema sería buena tecnología, pero no enseñaría nada acerca de la experimentación. (Hacking, 1983, página 259).

La repetición de los experimentos ha generado un seudoproblema filosófico porque, por un lado, hay quienes piensan que las repeticiones son tan valiosas como el original y, por el otro, hay quienes piensan que utilizando el cálculo de probabilidades podrán explicar por qué las repeticiones son menos valiosas. En la visión de Hacking, las repeticiones que se hacen con toda seriedad de un experimento son intentos de hacer mejor la misma cosa aunque puede suceder que alguien no crea en los resultados que arroja un experimento y, entonces, trate una y otra vez. “En las escuelas y las universidades los

experimentos se repiten una y otra vez. Pero estos experimentos nunca pretenden poner a prueba o elaborar la teoría. Se hacen para enseñarle a la gente cómo se llega a ser un científico experimental, y para dejar en el colador a aquellos para los que la ciencia experimental no es la carrera apropiada” (Hacking, 1983, página 260).

Supongamos que tenemos a un estudiante que tiene grandes posibilidades de ser un buen científico experimental, podemos preguntarnos si cada vez que él entra al laboratorio a trabajar haciendo mediciones está midiendo algo real en la naturaleza o si las mediciones son sólo artefactos de la manera en la que él ha aprendido a teorizar sobre el mundo. Hay experimentos que son exactos, no hay manera de corregir o mejorar los resultados, los científicos que dan origen a este tipo de nuevos conocimientos son también productores de una o más técnicas nuevas. La medición está conectada con la manipulación, Hacking dice que : “Las lunas de Júpiter y el Chimborazo no se pueden manipular. Esto tiene relación con lo que he llamado la creación de los fenómenos. En las condiciones de laboratorio, uno es capaz de producir un fenómeno numéricamente estable sobre el que se tiene un extraordinario grado de control” (Hacking, 1983, página 265). Poder controlar un fenómeno es poder manipularlo para hacer cosas con él.

Hacer buenas mediciones requiere de nueva tecnología, y por ello invitan a resolver acertijos experimentales; al medir articulamos los detalles de lo que es conocido. Hay experimentos que se diseñan con el propósito explícito de poner una teoría a prueba e incluso se desarrollan nuevos instrumentos para hacer más convincente la prueba. Las mediciones que son muy precisas pueden generar fenómenos que no encajen dentro de una teoría, por lo cual, se proponen nuevas teorías. Los científicos que poseen una mente especulativa y que además son buenos experimentadores pueden, según Hacking, poner en

contacto estas dos habilidades por medio de una tercera habilidad humana a la que él ha llamado la articulación y el cálculo⁴¹.

III. 2 La tensión esencial, experimentos y entidades.

Kuhn⁴² sostenía que el pensamiento convergente es tan importante como el pensamiento divergente para que la ciencia avance. Los científicos deben tener la capacidad de soportar y enfrentar la tensión que se presenta cuando su comunidad científica abandona la manera en la que concebía el mundo y pasa a otro enfoque dentro de su disciplina, el cual puede ser incompatible con el anterior. El científico también debe tener la capacidad de reorganizar su equipo intelectual e instrumental. Kuhn pensaba que para asimilar lo nuevo, lo antiguo tiene que ser revalorado y reordenado. Según este autor, la investigación científica en periodos normales es una actividad convergente que está firmemente arraigada en el consenso establecido entre los miembros de una comunidad determinada. La educación fortalece ese consenso al igual que la práctica científica cotidiana.

La “tensión esencial” es definida por Kuhn con las siguientes palabras: “sólo las investigaciones cimentadas firmemente en la tradición científica contemporánea tienen la probabilidad de romper esa tradición y de dar lugar a otra nueva.[...] Para hacer su trabajo, el científico debe adquirir toda una variedad de compromisos intelectuales y prácticos” (Kuhn. 1977, pág. 250). Los científicos adquieren una variedad de compromisos intelectuales y prácticos que están inscritos dentro de un contexto socio-histórico

⁴¹ Cfr. Hacking, 1983, página 277.

⁴² Thomas S. Kuhn. *The Essential Tension*. Chicago. The University of Chicago. 1977. (Las citas en español que aparecen en este trabajo fueron tomadas de: *La tensión esencial*. 2da. reimp. Trad. Roberto Helier. México. Ed. CONACYT-FCE, 1996. “IX. La tensión esencial: tradición e innovación en la investigación científica”, páginas 248-262).

específico. Los libros de texto que se escriben para los científicos les muestran cómo se planteó y resolvió un problema específico y no es sino hasta que ellos han comprendido bien el proceso que se les pide que propongan sus tesis o sus propios proyectos de investigación. Los estudiantes aprenden de los trabajos y de los artículos más especializados en los que los científicos hacen públicos sus resultados, pues es a través de ellos que se comunican constantemente con su comunidad y otras comunidades de científicos.

Kuhn propone que la educación de los científicos vaya más allá de mostrarles casos paradigmáticos en sus libros de texto: “Digamos que deben aprender a reconocer y a evaluar problemas para los cuales no se han dado todavía soluciones inequívocas; debiera dotárseles de todo un arsenal de técnicas para atacar estos problemas futuros; y debiera enseñárseles a juzgar la pertinencia de estas técnicas y a evaluar las posibles soluciones parciales que de ellas resultan”(Kuhn, 1977, página 252). Kuhn pensaba que nuestras concepciones actuales provienen de las antiguas tradiciones de investigación científica, es decir, que nuestras concepciones tienen -entre otros- un elemento histórico. Ese elemento es parte de las revoluciones científicas. Cuando se presenta una de ellas, según Kuhn, sucede que se reemplaza una tradición de pensamiento convergente por otra tradición que de ser divergente (fase de preconsenso) llegará, con el tiempo, al consenso de la comunidad para transformarse en convergente. Esta idea de Kuhn es también mencionada en *La estructura de las revoluciones científicas*⁴³, veamos:

La transición de un paradigma en crisis a uno nuevo del que pueda surgir una nueva tradición de ciencia normal dista de ser un proceso acumulativo logrado mediante la articulación o extensión del paradigma viejo. Más bien es una reconstrucción del campo a partir de nuevos fundamentos, reconstrucción

⁴³ Thomas Kuhn. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago. University of Chicago. 1962. En este trabajo usamos el libro: *La estructura de las revoluciones científicas*. 2da. ed. Trad. Carlos Solís Santos. México, FCE, 2004, 347 páginas.

que cambia algunas de las generalizaciones teóricas más elementales del campo, así como muchos de sus métodos y aplicaciones ejemplares. Durante el periodo de transición habrá un traslape considerable pero nunca total entre los problemas que se pueden resolver con el viejo y con el nuevo paradigma, pero habrá también una diferencia en los modos de solucionarlos. Una vez consumada la transición, la profesión habrá cambiado su visión del campo, sus métodos y sus objetivos. (Kuhn, 1962, pág. 153)

Para poder entender cómo se da efectivamente el consenso dentro de un campo científico determinado es necesario examinar tanto las técnicas intelectuales como las técnicas instrumentales que se desarrollaron antes de que se aceptara la unicidad de un paradigma. Kuhn sostiene que “las teorías nuevas y, en grado creciente, los descubrimientos, dentro de las ciencias maduras, no ocurren independientemente del pasado. Por lo contrario, surgen de teorías antiguas y dentro de la matriz de creencias añejas acerca de los fenómenos, que el mundo contiene y *no contiene*” (Kuhn, 1977, pág. 257). Al interior de los diversos programas de investigación científica existen diferentes tipos de anomalías, algunas pueden ser identificadas con relativa facilidad pero otras no. Los científicos las enfrentan tratando de generalizarlas para, en la medida de lo posible, descubrir otras manifestaciones reveladoras del mismo efecto.

La idea es conferirle a la anomalía una estructura para así poder examinar sus complejas relaciones recíprocas con los fenómenos que los científicos creen que entienden bien hasta ese momento. Para Kuhn, el científico debe ser, por lo menos en potencia, un innovador, alguien que debe poseer flexibilidad en cuanto a su modo de pensar, estar preparado para reconocer y enfrentar los problemas en donde éstos se le presenten. Lo que la investigación científica requiere es de científicos creativos, inventivos y de pensamiento divergente que conozcan bien la tradición científica a la que pertenecen y que hagan un buen trabajo práctico, eso les permitirá comprender qué es lo que les lleva a transgredir los paradigmas y parámetros de su tradición. Además de todas las características mencionadas

por Kuhn con respecto al científico y la experimentación, Hacking añadiría que “el trabajo experimental proporciona la mejor evidencia para el realismo científico” (Hacking, 1983, página 291).

Al principio, cuando un científico cree que ha descubierto una entidad pone a prueba la hipótesis de que existe. Las entidades que, en principio, no pueden ser “observadas” son manipuladas con regularidad para hacer que produzcan nuevos fenómenos y para investigar nuevos aspectos de la naturaleza. Esas entidades se convierten en herramientas, en instrumentos que le permiten al científico hacer cosas más que pensar. Hacking sostiene que:

La inmensa mayoría de los físicos experimentales son realistas con respecto a algunas entidades teóricas: las que ellos *usan*. Sostengo que no pueden evitar proceder de esta manera. Muchos físicos son también realistas acerca de teorías, pero esto es mucho menos importante para sus intereses. Los experimentadores son frecuentemente realistas acerca de las entidades que *investigan*, pero no tienen que serlo. [...] La experimentación con un ente no nos obliga a creer que existe. Sólo la *manipulación* de un ente, para hacer experimentos en algo diferente, nos obliga a ello. (Hacking, 1983, página 292).

Hacking nos proporciona un ejemplo: el electrón. Al principio, el electrón era una entidad teórica hasta que J. J. Thomson se dio cuenta de que se podía medir la masa de estas partículas cargadas negativamente (1897). Luego, en 1908, Millikan determinó la carga del electrón, o sea, la unidad mínima probable de carga eléctrica. “Cuando se logra usar el electrón para manipular otras partes de la naturaleza de una manera sistemática, el electrón ha dejado de ser un ente hipotético o inferido. Ha dejado de ser teórico y se torna experimental” (Hacking, 1983, página 291). Una cosa es el realismo acerca de las entidades y otra el realismo acerca de la teorías, el segundo es la creencia de que la ciencia busca teorías verdaderas. Los experimentadores no negarían esto. Para Hacking, la búsqueda de la verdad es, sin embargo, algo acerca del futuro indefinido.

Si el realismo acerca de las teorías es una doctrina acerca de los fines de la ciencia, es una doctrina cargada con cierta clase de valores. Si el realismo acerca de las entidades es cuestión de conseguir cierto tipo de electrones la semana que viene, o de buscar otro tipo de electrones en dos semanas, es una doctrina mucho más neutral acerca de valores. La manera en que los experimentadores son realistas científicos acerca de las entidades es totalmente diferente de las maneras en que pueden ser realistas acerca de las teorías. (Hacking, 1983, pág.292).

Los miembros de una comunidad que se forman con personas de ideas semejantes dentro del mismo instituto o escuela, comparten una base teórica para llevar a cabo su aprendizaje y su trabajo. “Éste es un hecho sociológico, no un fundamento para el realismo científico” (Hacking, 1983, página 293) Los experimentadores pueden ser sinceramente realistas acerca de las entidades, pero de esto no se sigue que estén en lo cierto. Para estar en lo cierto, en lo verdadero, diría Peirce, hay que tener hábitos de acción consistentes con los conocimientos que la comunidad de científicos ha logrado fijar en un determinado contexto (*cf.* sección I.1 de este trabajo). Por su parte, Hacking presenta un argumento en favor del realismo:

El argumento –podríamos llamarlo argumento experimental a favor del realismo– no es que inferimos la realidad de los electrones del éxito que obtenemos. No hacemos instrumentos y después inferimos la realidad de los electrones, como cuando ponemos a prueba una hipótesis, y luego creemos en ella porque pasó la prueba. Esto pone el orden temporal en la dirección equivocada. En principio, diseñamos un aparato apoyándonos en un pequeño número de verdades acerca de los electrones, para producir otro fenómeno que queremos investigar. (Hacking, 1983, página 294)

La existencia de las entidades, sean éstas observables o inobservables, no depende ni de nuestra manera de explicar cómo son ni de lo avanzado que sea nuestra tecnología. El cómo sean esas entidades parte de los conocimientos que poco a poco hemos ido adquiriendo, unos más firmes bien enraizados y otros más indeterminados. La tecnología nos permite corroborar o descubrir cualidades y propiedades que, en principio, suponemos que posee una entidad, sólo después de un meticuloso protocolo de investigación estamos autorizados para decir que la entidad realmente posee tales y cuales propiedades. Creemos

que una entidad es “fluorescente” o “que posee una carga radioactiva” porque al ser descrita por la teoría que hemos formulado podemos producir otros fenómenos o hacer predicciones con respecto a las consecuencias que pueden derivarse de esa entidad.

Los científicos experimentales emplean mucho tiempo diseñando y construyendo prototipos que no funcionan a la primera. Se formulan predicciones que pueden o no cumplirse, de lo que se trata es de localizar los problemas que presenta el prototipo o el protocolo de investigación. Cuando no se ajustan los fenómenos a las predicciones hay que aceptar la derrota y buscar otro camino. La localización de los problemas le ayuda al científico a eliminar el “ruido”, es decir, tratar de encontrar una explicación para aquellos sucesos que no se entienden a partir de alguna teoría. Pero ¿cuándo se vuelven reales las entidades teóricas o hipotéticas ⁴⁴? Hacking piensa que es cuando las usamos para investigar algo más. La manipulación de los fenómenos tiene que ver con el hacer cosas con ellos, con intervenir en el mundo, en el sentido de que un nuevo conocimiento se articula de manera coherente y consistente con los conocimientos más atrincherados.

⁴⁴ Cfr. Hacking, 1983, página 301.

CONCLUSIONES.

Consideramos que el realismo científico de corte pragmatista, que Hacking defiende, cuenta con muchos elementos para enfrentar los ataques del antirrealista de entidades. Hacking nos ha explicado que él es un antirrealista con respecto a las teorías debido a que hay muy diversos modos de representar la realidad, y piensa que este tipo de realismo resulta poco plausible dado que las teorías, están en general, en constante revisión. Es posible construir una teoría y, con ayuda de la lógica, reformularla de tal manera que las entidades originalmente supuestas aparezcan como construcciones lógicas. Por ejemplo, en una situación semejante, el término “bacteria” podría no referirse a bacterias sino ser una abreviatura que expresara una construcción compleja que sólo hiciera referencia a los fenómenos observados. De acuerdo con Hacking esta es la idea básica de un realista de teorías que sólo se compromete con la existencia de entidades observables, la consecuencia sería que este tipo de realista quedaría, en última instancia, comprometido con un antirrealismo de entidades.

Hemos argumentado a lo largo de este trabajo que las entidades, los estados y los procesos existen –en idea de Hacking-, en la medida en que las entidades que se dan por supuestas en las teorías puedan ser usadas por el científico experimental. Hacking piensa que tenemos buenas razones para decir que las bacterias, los electrones o los genes existen, aunque nuestras teorías científicas estén en constante revisión. Para propósitos diferentes usamos modelos diferentes que, incluso pueden ser incompatibles entre sí. En consecuencia, no son los modelos ni las teorías los que le otorgan existencia a las cosas, ni tampoco pueden ser tomados como literal y absolutamente verdaderos. Y aun así podemos afirmar que hay bacterias, electrones, genes, virus, etc.

Peirce sostenía que el método pragmático puede ayudarnos a aclarar nuestros conceptos, puesto que nos enfrenta con nuestro entorno para formar hábitos de acción y de razonamiento, que resulten acordes con nuestras experiencias. Peirce nos ha mostrado que un hecho no existe independientemente de otros hechos en el mundo, sino que hay una cierta relación entre ellos, un cierto arreglo e interdependencia. Tenemos cierta concepción sobre cómo son las cosas sobre cómo funcionan, lo cual, junto con algunos supuestos que asumimos, nos permite actuar en consecuencia. Al actuar exhibimos, entonces aquello en lo que creemos.

Para Peirce, las creencias que se consideran como verdaderas dependen de los acuerdos a los que llega una comunidad de investigadores. El pragmatismo peirciano tiene implicaciones de orden metafísico, desde nuestra interpretación, en el sentido de que supone una convergencia hacia la verdad, esto es, que en condiciones óptimas de investigación y sin un límite de tiempo, la comunidad científica llegaría a la concepción verdadera y completa del mundo que no podría ser más que única. Por otra parte, el criterio de realidad para entidades que Peirce formula está ligado a su teoría de la verdad como consenso entre los científicos. Él asume el carácter crítico y autocorrectivo del conocimiento, dado que su pragmatismo tiene que ver más con cuestiones epistémicas que con valoraciones de orden moral. Creemos algo y hacemos tal y cual cosa en función de un objetivo perseguido. Esto es, siempre hay un contexto al que se circunscriben nuestras acciones, al que le corresponden ciertos propósitos y problemas a resolver.

Hacking es un realista pragmatista *a la* Peirce, porque le da mucho peso al papel que juega el proceso de experimentación al interior de las diversas comunidades científicas. Este filósofo hace hincapié en que la ciencia experimental tiene una vida propia, y es mucho más independiente de la teoría de lo que usualmente se cree. Es cierto que la teoría

y el experimento tienen diferentes relaciones con los diversos campos de investigación, así como en los diferentes estadios de desarrollo; por ello es que no hay una respuesta unívoca a la pregunta: ¿qué viene primero: el experimento, la teoría o la tecnología? Como hemos visto, la experimentación interactúa con la especulación, el cálculo, la construcción de modelos, la invención y la tecnología de maneras muy diversas. El experimentador tiene que ser realista: las bacterias del biólogo, los electrones del físico y los planetas del astrónomo, se convierten en herramientas cuya realidad se da por supuesta. Hacking sostiene que en este proceso no se trata de pensar acerca del mundo, sino de transformarlo, que es a fin de cuentas lo que nos hace realistas científicos.

Pensamos que la idea de Hacking de trasladar el foco de atención de la verdad y la representación hacia la experimentación y manipulación debilita las objeciones del antirrealista de entidades. Justo en esta misma línea de argumentación estaba Maxwell. Recordemos que este autor apoya la tesis de que cualquier término descriptivo (no-lógico), es un candidato posible para ser un término de observación. Hacking diría que una “entidad teórica” en el sentido de que no es observable (se trate de campos, partículas, procesos, estructuras, estados), puede llegar eventualmente a ser una entidad observable. Lo importante es que la experimentación nos permita manipularla, o sea, intervenir, hacer cosas con ella en el mundo. Si pasa las pruebas de la manipulación entonces existe. Por supuesto que nos podemos equivocar al describir la realidad (sus procesos, estados, sucesos); en eso están de acuerdo Peirce, Kuhn, Hacking y la mayoría de los filósofos de la ciencia. Además, Hacking asume que el conocimiento es una entidad que evoluciona históricamente, con lo cual Peirce y Kuhn estarían de acuerdo.

Pero además éstos tres autores ponen especial atención en los instrumentos o artefactos, en tanto herramientas que les ayudan a los científicos para incrementar sus

capacidades cognitivas. Pero no sólo eso, sino que sacan implicaciones filosóficas fundamentales de la manera como procede el trabajo experimental y de sus resultados. Maxwell, por su parte, piensa que una explicación razonable del éxito de las teorías científicas es que éstas son conjunciones de enunciados genuinos bien confirmados que, con alta probabilidad, se refieren a entidades que realmente existen y en este respecto Maxwell y Hacking coinciden. También estarían de acuerdo en que la existencia no es una propiedad ni un predicado que le agregue algo “más” a las entidades.

Por otra parte, dado que el trabajo experimental de la ciencia básica necesita de la tecnología y de la creación de nuevas técnicas, Quintanilla y Broncano ponen sobre la mesa el hecho de que hay una fuerte retroalimentación e interdependencia entre la ciencia y la tecnología. Los diseños tecnológicos han ido mejorando a lo largo de su desarrollo, desde prototipos muy rudimentarios hasta artefactos muy complejos y avanzados. Algunos artefactos son para el amplio público (por ejemplo, la licuadora), mientras que otros solamente sirven a los científicos (por ejemplo, un acelerador de partículas). Lo que queremos destacar en este punto es que para operar y/o construir ciertos aparatos se necesitan ciertos saberes o conocimientos.

En estas conclusiones también cabe decir que estamos de acuerdo con Broncano y Quintanilla en que la constitución e institucionalización de los sistemas tecnológicos es parte del proceso de estructuración de una sociedad. A lo largo del siglo XIX podemos ver un claro proceso de institucionalización de la tecnología. Los cambios sociales afectan la manera en la que se operan y ponen en práctica los sistemas tecnológicos. Para Broncano, la importancia creciente del valor de buscar sin descanso la novedad técnica ha modificado la trayectoria de las instituciones y de las sociedades. Los seres humanos innovan por el gusto de innovar, además de que desde luego les interesa dar respuesta a los problemas

prácticos a los que se enfrentan en su vida cotidiana. La tecnología y sus diseños dependen de muchas condiciones sociales y económicas, así como de valores morales, tecnológicos, ambientales, etc., que permiten explicar que se inviertan recursos en determinados proyectos y no en otros.

Kuhn, por su parte, sugiere que el científico debe ser, por lo menos en potencia, un innovador. El científico en acto, decimos nosotros, debe poseer la perseverancia, la creatividad y el buen conocimiento de su tradición para ser capaz de inventar nuevos artefactos que permitan poner a prueba sus hipótesis empíricas. No hay que olvidar que en la propuesta de Kuhn es *dentro de las tradiciones* donde coexisten e interactúan elementos tan heterogéneos como: lenguaje, supuestos ontológicos, actitudes de los científicos, valores morales, intereses, sistemas de prácticas, teorías, artefactos, etc. Día con día, los científicos presentan y dirimen sus desacuerdos, problemas y anomalías; lo cual puede desembocar en una crisis y poner en jaque a su propia tradición de investigación en su conjunto o parcialmente. Para este filósofo, la toma de decisiones es racional en virtud de que los científicos conscientes de que su trabajo no está aislado del resto de su comunidad buscan llegar a un consenso derivado de un convencimiento logrado a través de “buenas razones”; lo que implica un proceso social que es gestado por la propia comunidad. En conclusión, para Kuhn las tradiciones suponen procesos comunitarios y comunicativos los cuales van más allá de las meras individualidades.

Las comunidades de científicos discuten, debaten, desechan, revisan, acuñan nuevas ideas y ponen a prueba nuevas hipótesis continuamente. Kuhn, Peirce y Hacking coinciden en que es al interior de la tradición que se da la evaluación racional de teorías, métodos, aparatos y herramientas que usan en la investigación. Tanto epistémica como axiológicamente las comunidades científicas tienen que ver con la adecuada o inadecuada

organización que existe entre sus miembros, la cual está influida por diversos factores, entre los que destacan: valores como la cooperación, la solidaridad, el respeto, el altruismo, etc. Estos son aprendidos por los individuos (científicos en este caso) que forman parte de una cultura que, a su vez, está determinada por aspectos políticos, tecnológicos, económicos, legales, etc. Para un científico puede ser más importante la simplicidad y la claridad con la que se formula una teoría, mientras que para otro puede ser más importante que la teoría resuelva más problemas aunque sea terriblemente complicada en su formulación o en sus cálculos. El diálogo, la búsqueda de consenso, la libertad de investigación y la justicia son factores primordiales que no sólo son condiciones de posibilidad de que se conforme y se desarrolle la investigación científica, sino que también son factores fundamentales para que se desarrolle y progrese el conocimiento científico.

Esto quiere decir que el relativismo socio-epistémico se presenta como elemento constitutivo del estudio de las tradiciones científicas. Las tradiciones son un fenómeno social pero esto no quiere decir que todas las tradiciones “valgan lo mismo”. Recordemos que todas ellas han estado ligadas a su contexto histórico-social y que es a la luz de éste que podemos comprender hacia que objetivos e intereses estaban encaminadas. Además, las tradiciones también están estrechamente vinculadas a condiciones epistémicas específicas que permiten a los científicos evaluar teorías o hipótesis, que luego serán divulgadas y aplicadas por una comunidad más amplia. No hay que dejar de lado el hecho de que hay que tomar en cuenta también, aquellas condiciones epistémicas que llevan a los científicos a aceptar, mejorar o rechazar una teoría o hipótesis, pues luego ella será evaluada, divulgada y usada por la comunidad pertinente de científicos. Nosotros pensamos que no se trata de defender un relativismo desbocado sino un relativismo moderado, que reconoce los límites cognoscitivos y ontológicos que son inevitables en cualquier contexto.

Kuhn pone al descubierto que el proceso de comunicación y debate dentro de las comunidades científicas da lugar a consensos racionales. Los criterios, los presupuestos, las hipótesis, etc., que han sido aceptados (explícita o implícitamente) por los individuos que conforman una comunidad, son parte del proceso de debate que posibilita el hecho de que se pueda llegar a acuerdos racionales bien fundamentados. Así por ejemplo, no cualquier razón es una “buena razón”, pues tiene que ver necesariamente con el grueso de creencias y teorías vigentes. Todas las tradiciones tienen una vida acotada tanto por su propia dinámica interna como por la historia social en la que se encuentran insertas.

Al respecto, en la misma línea kuhniana de argumentación estarían tanto Peirce como Hacking, si bien uno como precursor y el otro como sucesor. Para ellos la adecuación empírica nunca podría ser completa porque la base empírica no está dada de antemano ni es universal. Todos estos autores tienen una posición antifundacionista, falibilista y pragmatista. Ni siquiera los enunciados de observación pueden ser considerados verdaderos de una vez y para siempre. La experiencia y la acción no están desvinculadas, y aquí recordemos que Peirce habla de los hábitos que son generados por el uso de ciertas creencias validadas por la práctica exitosa. De aquí que la ciencia pueda ser entendida como acción colectiva. Es cierto que hay individuos innovadores y creativos, pero sus ideas o sus nuevos artefactos tienen que ser compartidos, usados y avalados por la comunidad a la que pertenecen. El análisis de las tradiciones nos permite ubicar su pasado, comprender el presente y hacer proyectos o predicciones para el futuro.

Cada día la especialización se va haciendo más evidente, esto es, de disciplinas científicas muy generales han ido surgiendo disciplinas cada vez más acotadas, por ejemplo: la medicina genómica, la bioquímica, la biotecnología, etc. Para cada una de ellas es necesario crear nuevos instrumentos, conceptos y métodos experimentales específicos.

Todo nuevo conocimiento parte de un conocimiento previo que está “marcado” por su contexto social espacio-temporal. En cada tipo de disciplina o espacio del conocimiento objetivo se intenta construir todo un sistema que dé cuenta de cómo operan sus mecanismos internos.

Es claro que mientras mejor construidas estén nuestras representaciones mejor podremos manipular y transformar de manera eficiente nuestro entorno. Además, el tener mejores representaciones nos permite establecer analogías entre unos campos de investigación y otros, creando redes y vínculos explicativos virtuosos y coherentes con los saberes que hasta ese momento tenemos, así como vislumbrar nuevas rutas de investigación (poder heurístico). Las teorías científicas pueden combinar representaciones de distintos tipos, es decir, una área específica puede hacer uso de las representaciones de otra área o tomar de ella lo que le pueda servir y darle un nuevo significado o uso. Pero no debemos olvidar que las representaciones están siempre situadas. Una representación científica está siempre contextualizada y forma parte de una red de representaciones, por lo tanto, una representación se combina con otras. O, como dice Hacking, hay *intersecciones* entre diversos campos de investigación; así, una bacteria puede ser descrita tanto por un biólogo como por un químico y, sin embargo, podemos comprobar que en muchos de los enunciados que formulan ambos científicos logran el acuerdo, justamente porque se manifiestan las mismas características que se les atribuyen a las bacterias desde distintos niveles (propiedades físicas, propiedades químicas, propiedades biológicas, etc.). Ambos científicos se refieren *a lo mismo* aunque desde perspectivas diferentes (*Cfr.* Hacking, 1983, p.238).

BIBLIOGRAFÍA.

☞ Asimov, Isaac. *La relatividad del error*. Trad. M. Del Mar Moya, México, Edit. Planeta, 1990, 239 pp.

☞ Asimov, Isaac. *Momentos estelares de la ciencia*. Alianza editorial. México, 1991.

☞ Broncanto, Fernando. *Mundos Artificiales. Filosofía del cambio Tecnológico*. México, Ed. Paidós-UNAM-FFyL, 2000.

☞ Dewey, John. *La miseria de la epistemología. Ensayos de pragmatismo*. Edición, traducción y notas de Ángel Manuel Faerna. España, Editorial Biblioteca Nueva, 2000.

☞ Feyerabend, Paul K. *Problems of Empiricism*. Philosophical Papers volume 2. Cambridge, Cambridge University Press, 1981.

☞ Feyerabend. Paul K. “ ‘Science’: The Myth and its Role in Society” fue publicado originalmente en la revista *Inquiry*, vol. 8 (1975), núm.2, pp.167-181. Nosotros hemos tomado la cita textual de la traducción hecha por Ángel Barahona para la *Revista Teorema*. Valencia; España, 1979, Serie Cuadernos de Teorema, núm. 53, de la página 11 a la 36.

☞ Hacking, Ian. *Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge. Cambridge University Press, 1983, 281 pages. (Las citas que aparecerán a lo largo de este trabajo han sido tomadas de *Representar e intervenir*. Trad. Sergio Mtz. México, Edit. Paidós-UNAM, México, 1996, 321 páginas).

☞ Koyré, Alexandre. *Del mundo cerrado al universo infinito*. 9na ed. Trad. Carlos Solís santos. México, Siglo XXI editores, 1996, 268 páginas.

☞ Kuhn, Thomas. *La estructura de las revoluciones científicas*. 2da. ed. Trad. Carlos Solís Santos. México, FCE, 2004, 347 páginas.

☞ Maxwell, Grover. “The Ontological Status of Theoretical Entities” apareció en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III (*Scientific Explanation, Space and Time*), Minneapolis, University of Minnesota Press, 1962. [En

este trabajo usamos la traducción en español que aparece en el libro *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz (compiladores). Siglo XXI-UNAM, México, 1989, de la página 116 a la página 144].

☞ Peirce, Charles Sanders. "What Pragmatism is", en Thayer, H. S. (editor). *Pragmatism. The classic writings*. Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1982. 383 pp.

☞ Peirce, Charles Sanders. "How to make our ideas clear" en Thayer, H. S. (editor). *Pragmatism. The classic writings*. Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1982, 383 pp.

☞ Peirce, Charles S. *El hombre, un signo. El pragmatismo de Peirce*. Traductor José Vericat, Barcelona, Ed. Crítica, 1988.

☞ Quintanilla, Miguel A. "Técnica y Cultura" en <http://cts.usal.es> Fecha de creación 03/08/ 1998, Departamento de Filosofía, Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad de Salamanca, Campus Unamuno. Edificio FES 37007 Salamanca, Tel/Fax: +34 923 294638, e-mail: maquinta@gugu.usal.es

☞ Quintanilla, Miguel Ángel. *Tecnología: un enfoque filosófico*. España, FUNDESCO, 1989, 143 páginas.

☞ Villoro, Luis. *Crear, saber, conocer*. 8va. edición. México, Edit. Siglo XXI, 1994, 310 pp.

☞ Villoro, Luis. "Respuesta a discrepancias y objeciones", en *Epistemología y cultura: en torno a la obra de Luis Villoro*. Ernesto Garzón Valdés y Fernando Salmerón (eds). México, Ed. UNAM-IIF. 1993, 366 pp.

☞ Villoro, Luis. "Sobre justificación y verdad: respuesta a León Olivé", en *CRÍTICA. Revista Hispanoamericana de Filosofía*. Vol. XXII, No. 65 (agosto 1990).