



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“POPPER Y EINSTEIN: DOS REALISMOS CIENTÍFICOS”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
FÍSICA

P R E S E N T A :

MELINA GASTÉLUM VARGAS.

TUTOR: DR. LEÓN OLIVÉ MORETT.



2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

División de Estudios Profesionales

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente.

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

"Popper y Einstein: dos realismos científicos"

realizado por **Gastélum Vargas Melina**, con número de cuenta **40209576-3**, quien opta por titularse en la opción **Tesis** en la licenciatura en **Física**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Tutor(a) Propietario	Dr.	León Olivé Morett	
Propietario	Dr.	José Ernesto Marquina Fábrega	
Propietario	Dr.	Raúl Alcalá Campos	
Suplente	Dra.	Rosa María Couvert Rojas	
Suplente	Dr.	Carlos Torres Alcaraz	

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F., a 6 de febrero del 2007.
**LA COORDINADORA DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA**

M. EN C. ALICIA ZARZOSA PÉREZ
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

*Para Isabel
y para Carlos.*

Agradezco a:

León, por su apoyo y orientación.

Mi familia y a los Cornejo, mi otra familia, por todo su amor y apoyo incondicional.

Todos los compañeros de la facultad por su solidaridad y por tan buenos momentos.

Los que están lejos en distancia pero muy cerca en mi corazón.

Mis amigos, que son mis hermanos, por su amor, por su apoyo, por sus críticas. Por ser parte de mi vida.

Mi padre, cuyo amor está siempre dentro de mí.

Mi má, por aguantarme y por siempre estar ahí, por enseñarme en todo momento, por su amor incondicional.

Carlos, por ser mi amor y por compartir su vida conmigo.

ÍNDICE.

	Página.
Introducción	1
1. Marco teórico.	4
1.1 Una perspectiva del realismo.	4
1.11 Distintas corrientes dentro del realismo.	13
1.2 Luis Villoro, nociones epistemológicas.	19
2. El realismo de Karl R. Popper.	40
2.1 Tres concepciones del conocimiento.	40
2.11 La explicación por esencias.	44
2.12 Teorías como instrumentos.	45
2.13 La postura de Popper: Conjeturas, verdad y realidad.	49
2.2 El desarrollo del realismo en Popper.	51
3. El realismo de Einstein.	61
3.1 Ideas filosóficas.	61
3.2 La influencia del trabajo científico en su filosofía.	70
3.3 Einstein y la Mecánica Cuántica.	73
3.4 Relatividad.	77
3.5 Su parte religiosa.	82
4. Contraste entre Einstein y Popper.	86
4.1 Similitudes.	86
4.2 Una interpretación realista y de sentido común de la Teoría Cuántica.	94
4.3 El gran punto de ruptura entre Popper y Einstein: El indeterminismo.	102
Conclusiones.	111
Bibliografía y Referencias.	118

Introducción.

Esta tesis se ha elaborado a partir de la motivación de estudiar las implicaciones del concepto de verdad científica en la sociedad. Para esto, me di cuenta de que era fundamental estudiar el desarrollo que ha tenido el debate del realismo-antirrealismo en torno a la relación que existe entre las teorías científicas y el mundo, puesto que el problema de la verdad es central en estas controversias. Así pues, para hablar de las implicaciones sociales que tienen ciertos aspectos de la ciencia, ligados por ejemplo a las pretensiones de verdad del conocimiento científico, es primero necesario entender las concepciones en las que está basada una teoría del conocimiento realista y una antirrealista, así como sus distintas manifestaciones y las nociones que en ellas hay de la verdad, del progreso y de la creación (o descubrimiento) de teorías científicas.

Es por esto que esta tesis trata del análisis del realismo científico en la teoría del conocimiento como base para posteriormente desarrollar estudios en torno a las implicaciones y relaciones sociales, políticas y éticas que tiene la ciencia. Esta idea no se desarrolla como tema principal en la tesis, pues como mencioné fue solamente su inspiración, ya que era necesario hacer antes un análisis de la teoría del conocimiento y de las nociones que contienen tanto el realismo como el antirrealismo para entender más claramente las implicaciones y la importancia que tiene el estudio y el desarrollo de la filosofía de la ciencia, para comprender a su vez las diferentes concepciones sobre la ciencia que prevalecen en una sociedad determinada.

Esta relación adquiere una fuerza muy importante en muchas de las teorías que los científicos mantienen, como Einstein, a quien tomé como un científico cuya obra ilustra claramente la correlación entre el trabajo científico y el filosófico.

La discusión del realismo y antirrealismo ha sido de gran importancia en el ámbito de filosofía de la ciencia desde los antiguos griegos hasta nuestros días. Estas discusiones se basan principalmente en la relación que existe entre la naturaleza y los sujetos que la conocen, el modo en que se obtienen los conceptos y las teorías científicas, la relación que existe entre los conceptos y las teorías con la realidad (aunque para algunas concepciones no haya tal relación).

También se discute como compiten las teorías entre sí para ser consideradas válidas ante la comunidad científica, las implicaciones que tienen los distintos métodos utilizados en la ciencia y las distintas concepciones de verdad que se generan alrededor de los conceptos y teorías científicas.

A pesar de que existen muchos tipos de realismo, unos moderados y otros más radicales, hemos elegido exponer dos tipos de realismos científicos para destacar la importancia que tiene la relación entre la ciencia y su filosofía, además del enorme impacto que tiene la última sobre la primera en el desarrollo del trabajo científico y en sus implicaciones.

Esta tesis se divide en tres secciones principales: un marco teórico que respalda la discusión; la descripción de los tipos de realismo que defienden Karl R. Popper y Albert Einstein, y por último, la comparación entre estos realismos.

Se expondrá en primer lugar un panorama de la discusión del realismo y el antirrealismo del ámbito de filosofía de la ciencia y el porqué de su importancia en el estudio de la filosofía de las ciencias naturales en la actualidad. Posteriormente se darán los conceptos fundamentales de epistemología y de filosofía de la ciencia basados en trabajos de Luis Villoro y León Olivé.

En la descripción del realismo de Popper se verán las ideas que hacen a Popper convertirse en realista en el transcurso de su trabajo como filósofo de la ciencia. Popper es un realista en dos sentidos: cree en la realidad del mundo físico independiente del sujeto que lo estudia y cree también en la realidad del mundo teórico. Se desarrollarán las dos caras del realismo popperiano, pasando así por su argumentación en contra de otras concepciones del conocimiento tales como el esencialismo, el instrumentalismo, el idealismo y el solipsismo. También se expondrán las distinciones entre el conocimiento objetivo y el subjetivo, así como las concepciones de verdad dentro de la filosofía popperiana basada en las conjeturas y refutaciones.

Una vez que queda definido el realismo de Popper, se dará la explicación del concepto de realismo metafísico, el cual es un trasfondo de la filosofía popperiana que da razón tanto de la ciencia en sí como de la búsqueda de la verdad mediante ella. Así pues, Para Popper el conocimiento científico está basado en el realismo y no en otra concepción del conocimiento.

Posteriormente analizaremos el realismo de Einstein. Escogemos a Einstein pues su trabajo es un caso claro de la importancia de la dinámica entre el pensamiento científico y el filosófico. Además de haber sido una de las figuras más destacadas en la Física del S. XX, fue un investigador que desarrolló sus ideas filosóficas ampliamente en varios temas. Podría pensarse que las ideas filosóficas de los científicos son mucho menos elaboradas que las de un filósofo, aunque en Einstein se puede ver que sus ideas no son planteadas a la ligera, sino con un análisis profundo que hace que sus convicciones filosóficas le sirvan de guía en el desarrollo de su trabajo científico.

El realismo de Einstein está lleno de contrastes que se expondrán a lo largo del capítulo, aunque lo más fuerte que podemos destacar en él es una admiración por el orden del mundo y por el hecho de que sea inteligible para el hombre. Expondremos la manera en que para Einstein se relacionan los conceptos y teorías científicas con el mundo. También veremos su paso del positivismo, usual en los científicos de la época, al realismo; teniendo en cuenta que este paso estuvo muy ligado a su trabajo con la relatividad y con la mecánica cuántica, así como con la influencia que distintas teorías físicas (como las de Newton y Maxwell) tuvieron sobre sus concepciones filosóficas de la ciencia.

Finalmente se contrastarán y se analizarán los dos tipos de realismo para dar una exposición de la relevancia que tiene el quehacer filosófico en la ciencia, de las similitudes que tiene la obra de nuestros dos personajes, así como sus discrepancias que son fundamentalmente en torno a la mecánica cuántica y que recaen en sus concepciones filosóficas.

Con esto se ilustra claramente la relación que existe entre la ciencia y su filosofía, así como la relevancia del estudio de esta relación que se torna cada vez más importante al ser la ciencia un fenómeno en gran desarrollo en la actualidad con importantes efectos en la sociedad y en el ambiente. Por esto, no sólo es importante que los científicos tengan clara la significación filosófica de su trabajo, sino también las implicaciones que éste tiene a niveles sociales, políticos, éticos y económicos, para lo cual es necesaria una previa comprensión de problemas epistemológicos y ontológicos como los que se plantean en la discusión entre realistas y antirrealistas.

1. Marco teórico.

*Mi realidad es una realidad donde lo fantástico
y lo real se entrecruzan cotidianamente.*

Julio Cortázar.

1.1 Una perspectiva del realismo.

Uno de los problemas centrales dentro de la filosofía de la ciencia es el de la caracterización tanto de las teorías como de las actividades científicas. Para elucidar este problema es necesario responder problemas epistemológicos y ontológicos como los que se dan en el debate realismo-antirrealismo.

El debate realismo- antirrealismo ha sido uno de los debates filosóficos más importantes en la historia de la ciencia moderna, además de que ha suscitado varios debates en torno a la ciencia; uno de ellos es, por ejemplo, el de si la actividad científica debe verse como un proceso de invención o de descubrimiento [Olivé 1988, p.213]. Más adelante veremos las posiciones de Einstein y de Popper en torno a las diferentes vertientes que han surgido a partir de este debate, pero por ahora esbozaremos el panorama de su importancia y de las distintas direcciones que tomaron las posturas filosóficas en torno al realismo, pues entrar en el debate sería tema en sí de una tesis.

El realismo científico presenta características que lo distinguen de las formas tradicionales de realismo, es una concepción de las teorías científicas. El realismo científico surge de dos fuentes principales: de la ciencia misma y de la crisis que tuvo el positivismo lógico a principios de los años sesenta del S. XX. [Diéguez 1998, p.4-5]

La primera fuente, por un lado, surgió de las dificultades con las que tropezó el instrumentalismo de inspiración positivista defendido por científicos a finales del S. XIX y principios del S. XX, y por otro lado, de la disconformidad de algunos científicos con las interpretaciones de la Mecánica Cuántica, las cuales atacaron con posiciones realistas. Uno de estos ejemplos es A. Einstein, en cuya obra filosófica ahondaremos en capítulos siguientes.

La segunda fuente surge de las vías de reflexión que surgen de la crisis del positivismo (cuyos defensores creían que el choque entre realismo e instrumentalismo generaba una disputa metafísica carente de sentido). El neopositivismo, que Gómez llama “la Leyenda”, asume que la racionalidad de la ciencia es una racionalidad meramente instrumental, en donde una acción o decisión es racional en tanto es funcional para conseguir el objetivo de asignar un determinado grado de confirmación a las hipótesis científicas. Esto se logra a través del método inductivo. [Gómez 1995, p. 20].

El neopositivismo siempre se mostró receloso ante cualquier actitud realista en la ciencia, principalmente por su mayor contenido metafísico. De hecho, la tesis positivista, con su empirismo radical y su aversión a toda tesis que fuera más allá de lo contrastable con la experiencia, llevó a muchos físicos a adoptar una postura instrumentalista, creyendo que así se mantenían neutrales en los temas filosóficos. La empresa en contra de “la Leyenda” fue un proceso heterogéneo.

Diéguez agrupa estas posiciones en dos corrientes principales. Hablaremos primero de la más concurrida que para él fue la iniciada por algunos filósofos inspirados en el Wittgenstein de las *Investigaciones Lógicas*, así como en historiadores y sociólogos de la ciencia que pensaban que había que mirar a la ciencia tal y como se produce en los laboratorios, más que elaborar reconstrucciones racionales de ésta que sólo fueran en lo abstracto. Algunos de los autores que apelaron a la historia, a la psicología, a la sociología como instrumento de análisis de la investigación científica fueron V. Quine, T. Kuhn, P. Feyerabend, quienes, “Dejan de lado la preocupación por delimitar un método exclusivo y único que distinguiría a la ciencia de otros saberes y la convertiría en modelo de racionalidad”. En vez de eso, la preocupación de estos filósofos consistió en mostrar cómo la ciencia es otra actividad humana sometida a las mismas transformaciones que cualquier otro producto cultural y “donde la racionalidad, entendida al modo estricto de la lógica, desempeña una función muy limitada y donde no es posible la aplicación de criterios objetivos de juicio entre teorías rivales porque en las ocasiones que de verdad importaría tenerlos, tales criterios no existen” [Diéguez 1998, p.6].

Kuhn, por ejemplo, distingue, como lo comenta Gómez, “entre dos tipos de progreso (en ciencia normal y a través de revoluciones) con características distintas, la racionalidad científica es meramente instrumental, pero no formal ni elucidable por un método distintivo: ahora, el objetivo [de la ciencia] es aumentar la capacidad de resolver enigmas, lo cual es posible incluso [con el desarrollo científico] a través de paradigmas sucesivos inconmesurables, aunque ello impida afirmar la aproximación creciente a un conocimiento verdadero de un mundo independiente de todo paradigma”[Gómez 1995, p.21]. Además, Kuhn sostiene que en la invención y en el desarrollo de la ciencia siempre hay presencia de argumentos, siempre hay aspectos de interpretación comunitaria, dejando lugar para la incidencia de aspectos contextuales de carácter histórico-social [Gómez, 1995, p.21].

Por otro lado Feyerabend rechazó la racionalidad tal como se la concebía anteriormente. Para él, si la racionalidad científica es lo que se dice de ella, entonces la ciencia del pasado sería irracional (como Galileo o Newton), e incluso también la ciencia contemporánea tal y como está institucionalizada (de acuerdo con la Leyenda) también sería irracional. “Hay que despedir a la razón, tal como es usualmente concebida. Ello es así porque no es fundamental para alcanzar el fin supremo: hombres felices en una sociedad libre en la que la ciencia sea una tradición más entre otras (y no el dogma impuesto)”. [Gómez 1995, p. 22]

Volviendo a la otra corriente en contra del neopositivismo de la que hablaba Diéguez, ésta fue crítica tanto con el positivismo como con la reacción relativista e historicista. Dentro de este grupo de filósofos encontramos a Popper, a Lakatos y a M. Bunge, entre otros. Ellos “opusieron a la *concepción heredada* una filosofía realista que abría las puertas a las cuestiones ontológicas y que, sin dejar de otorgar a la experiencia un lugar epistemológico central, no hacía de esta una instancia inapelable en la que fundamentar y con la que justificar cualquier hipótesis”. La imagen de la ciencia seguía siendo racionalista, en el sentido en el que las partes centrales de su desarrollo serían los criterios racionales de juicio, objetivos y universales, aplicados al contenido de las teorías, y no los factores externos que influyeran en los científicos. [Diéguez 1998, p.7]

Una vez que hemos elucidado muy brevemente la perspectiva histórica, debemos señalar que ha habido cantidad de argumentos filosóficos en contra del realismo y han obligado a reformular sus

tesis principales, lo cual es lo que a nosotros nos concierne. Pero antes observemos que no hay acuerdo sobre lo que debe entenderse por realismo científico. Pese a que no hay una caracterización universalmente aceptada, sin duda la pregunta principal es ¿cuál es la relación que guardan nuestras teorías científicas y el mundo? [Diéguez 1998bis, p.1] . En efecto, el objetivo que lleva al problema del realismo científico es el de averiguar cuál es la mejor manera de interpretar las teorías científicas a la luz de los fines y los resultados alcanzados por la ciencia a lo largo de su historia, aunque para ello es necesario presuponer ciertas condiciones en el mundo y en nuestro acceso cognitivo a él.

Diéguez hace un intento de recoger, aunque sólo sea parcialmente, los matices entre los defensores del realismo científico, y sin ánimo de ser exhaustivo propone desglosar el realismo científico en cinco tesis principales: [Diéguez 1998bis, p.1-2]

- 1) *Realismo ontológico*. Las entidades teóricas postuladas por las teorías científicas bien establecidas existen (aunque pueda haber excepciones ocasionales). Dicho en otras palabras: los términos teóricos típicamente refieren. Al realismo ontológico se oponen el *instrumentalismo sobre entidades* (las entidades teóricas son simplemente recursos predictivos) y el *constructivismo social* (las entidades teóricas son construidas socialmente).
- 2) *Realismo epistemológico*. Las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado, aunque perfectible, de la realidad tal como ésta es con independencia de nuestros procesos cognitivos. Al realismo epistemológico se oponen el *fenomenismo* (las teorías científicas sólo tratan de fenómenos observables) y el *idealismo epistemológico* (las teorías científicas versan sobre una realidad hecha por la mente).
- 3) *Realismo teórico*. Las teorías científicas son susceptibles de verdad o falsedad. Al realismo teórico se opone el *instrumentalismo teórico* (las teorías científicas son instrumentos de cálculo, útiles o inútiles, empíricamente adecuadas o inadecuadas, pero no verdaderas o falsas).
- 4) *Realismo semántico*. Las teorías científicas son verdaderas o falsas en función de su correspondencia con la realidad. Al realismo semántico se oponen el *pragmatismo* (la verdad o falsedad de las teorías han de entenderse en relación con las actividades cognitivas humanas), el *coherentismo* (la verdad o la falsedad de las teorías no significa

otra cosa que su coherencia con un sistema previamente aceptado de creencias o de teorías) y el *relativismo* (la verdad o la falsedad de las teorías son relativas a los contextos en los que éstas surgen).

- 5) *Realismo progresivo*. La ciencia progresa teniendo como meta la verdad. Las nuevas teorías contienen más verdad y/o menos falsedad que las anteriores. Al realismo progresivo se opone lo que, a falta de mejor nombre, cabe llamar *antirrealismo sobre el progreso* (el progreso en la ciencia no puede ser establecido como un acercamiento creciente a la verdad).

Estas cinco tesis no tienen que ser aceptadas conjuntamente y, de hecho, como dijimos, son sólo un esquema de la diversidad de realismos científicos, veremos más adelante a varios autores que aceptan o critican aspectos de algunas de estas vertientes. A continuación veremos varios de los intentos por reformular e incluso por destruir al realismo científico, todo esto de la mano de los trabajos de León Olivé y de Ricardo Gómez.

Veamos ahora el planteamiento que hace Ricardo Gómez para introducirnos a la definición de realismo científico:

El realismo científico aceptado por los grandes científicos modernos como Kepler y Galileo asumía que: *i)* el mundo estudiado por la ciencia es independiente de la actividad de nuestra mente, *ii)* la ciencia es el mejor modo de conocerlo, porque ella es acerca de lo que son las cosas y los hechos en ese mundo, *iii)* por ende, ella no sólo nos revela entidades no observables de este mundo, sino que explica por qué son como son, a la vez que predice nuevas propiedades de las mismas, y, consecuentemente, nuevos hechos, y *iv)* en tales explicaciones las leyes científicas parecen como premisas inevitables y verdaderas acerca de tal mundo.

El instrumentalismo de Duhem “fue una reacción extrema contra tal realismo: *i)* la ciencia se ocupa de establecer meramente relaciones entre observaciones que sólo exhiben apariencias sensibles, *ii)* el punto de partida es una clase de sentencias estableciendo relaciones entre observaciones, y concluye proponiendo nuevas relaciones entre observaciones, *iii)* las leyes no son verdaderas ni falsas, sino meros instrumentos de predicción, y *iv)* el fin de la actividad científica es meramente predictivo”. [Gómez 1995, p.30]

El colapso del neopositivismo, que había adoptado una postura instrumentalista, dio, como ya hemos mencionado, un nuevo ímpetu a nuevas formas de realismo más moderado; como el de

Popper¹ que sólo acepta el intento de alcanzar explicaciones cada vez más satisfactorias que nos aproximan a la verdad, aunque sin garantizar certezas últimas. Sin embargo, el carácter lógico formal, no histórico de las teorías del desarrollo científico vigentes entre realistas como Popper, dio lugar a nuevas formas de instrumentalismo, como ya hemos expuesto. Kuhn mantiene que la inconmensurabilidad impide hablar de un acercamiento a la verdad. Ella no es alcanzable, por ende no puede aparecer dentro de los objetivos de la ciencia. “A ese renacimiento del instrumentalismo reaccionaron (alrededor de 1970) realistas como, en ese entonces, Putnam. Además de darle una nueva caracterización al realismo, daban como principal argumento el hecho del éxito de las teorías científicas y el crecimiento del mismo durante el desarrollo histórico: la mejor explicación causal de ello es que tales teorías dicen algo con verdad acerca de los aspectos, entidades y hechos de tal mundo” [Gómez 1995, p.31]

Bas Van Fraassen ha sido uno de los filósofos de la ciencia que creen que la filosofía de la ciencia debe dar cuenta de la actividad científica, además de que dio fuertes y discutidos argumentos en contra del realismo. Por una parte sistematizó las líneas de argumentación empleadas contra las propuestas realistas de los setentas. Introdujo también un antirrealismo que involucra una nueva concepción de las teorías científicas y de su alcance cognoscitivo. Van Fraassen ataca al realismo principalmente en razón de los objetivos alcanzables que tal posición atribuye a la ciencia.

Olivé critica los argumentos que da van Fraassen para desechar los argumentos a favor del realismo. Sostiene que no logra una adecuada caracterización mínima del realismo, de modo que no puede ser aceptada por todo realista. Además de que, sostiene Olivé, con su planteamiento del empirismo constructivista tampoco logra una caracterización de la ciencia.

Para Van Fraassen el realismo científico es una posición en filosofía de la ciencia que considera que “el objetivo (*the aim*) de la ciencia es ofrecer a través de sus teorías una historia (*story*) literalmente verdadera acerca de cómo es el mundo, y la aceptación de una teoría científica involucra la creencia en que es verdadera”.

Frente a esta posición, él desea defender el empirismo constructivista, al cual caracteriza de la siguiente manera: “El propósito de la ciencia es el de ofrecernos teorías empíricamente adecuadas,

¹ En el cual ahondaremos en el capítulo siguiente.

y la aceptación de una teoría involucra como creencia sólo el que es empíricamente adecuada”.
[Olivé 1988, p.214]

Pero para apreciar el punto de controversia con el realismo es necesario, como plantea Olivé, caracterizar la posición antirrealista de van Fraassen: “el propósito de la ciencia bien puede obtenerse sin ofrecer esa historia literalmente verdadera acerca del mundo, y la aceptación de una teoría bien puede involucrar algo menos que (o distinto a) la creencia en que es verdadera”
[Citado en Olivé 1988, p.215]

Sin embargo, esta presentación del realismo es incorrecta tanto para Olivé como para Gómez, no así para muchos otros filósofos. Para Gómez, por una parte, esa caracterización es débil pues el realismo científico no se refiere sólo a los objetivos alcanzables que el realismo atribuye a la ciencia, sino también a los logros reales de la ciencia. Por otro lado, la caracterización es muy fuerte puesto que según ella el realista pretende una comprensión a detalle del mundo, implicándose también además que todo realista atribuye verdad a las teorías como un todo, cuando no es así.

Para Olivé, la primera parte de cómo constituye van Fraassen al realismo puede ser aceptada desde la perspectiva realista, la segunda parte, la epistemológica, no; de manera que no logra una caracterización mínima del realismo.

Para van Fraassen la distinción de los eventos y objetos en observables e inobservables tiene sentido ya que:

La cuestión es cuál es el objetivo de la actividad científica y qué tanto creemos cuando aceptamos una teoría científica.Cuál es la forma adecuada de la aceptación: ¿la creencia de que la teoría como un todo es verdadera, o algo diferente? Frente a esta pregunta, lo que es observable por nosotros es eminentemente importante. En efecto, podemos intentar una respuesta a estas alturas: aceptar una teoría es (para nosotros) creer que es epistémicamente adecuada-que lo que la teoría dice acerca de lo que es observable (por nosotros) es verdadero. [Citado en Olivé 1988, p.216]

Más adelante Olivé menciona que lo importante de la discusión es que, para el realista, existen realmente las entidades y los procesos a los que hacen referencia las teorías científicas. Su existencia es independiente de los procesos cognitivos de la ciencia y de sus compromisos teóricos, sean o no observables tales entidades. De hecho, eso le es indiferente al realista, aparece

como segundo plano en su perspectiva, a diferencia de lo que ocurre en el empirista, el cual sólo puede aceptar la existencia de las entidades observables. “Además, el realista no tiene por qué comprometerse a igualar la aceptación de una teoría con la creencia de que es verdadera. Es totalmente coherente dentro de una teoría realista de la ciencia reconocer que muchas teorías científicas se aceptan porque son empíricamente adecuadas y por consiguiente son útiles instrumentos de predicción y control y pueden así satisfacer intereses de los usuarios de teorías” [Olivé 1988, p.218].

El rechazo de van Fraassen de inobservables se funda en que no acepta el argumento de que ellos son necesarios para explicar el éxito de la ciencia. Propone que la ciencia es exitosa porque sólo las teorías exitosas sobreviven en la lucha de las mismas por salvar las apariencias. Dice que las teorías surgen y se desarrollan en un mundo en competencia y que en esa competencia salen triunfantes las que tienen éxito pues corresponden a regularidades efectivas en el universo. Lo que van Fraassen, según Gómez, no responde es qué es lo que hace que las teorías sobrevivan. [Gómez 1995, p.32]

En este punto Olivé aclara que la pregunta ¿cómo explicar el éxito de la ciencia?, admite por lo menos tres tipos de interpretación: como inquiriendo por causas, como preguntado por condiciones de posibilidad y como lo hace van Fraassen, inquiriendo qué hace que dominen ciertas teorías por encima de otras. Y justamente con la explicación darwiniana que da van Fraassen no se pueden resolver las otras dos interpretaciones, es decir no responde ni la causa de las teorías exitosas ni cuáles son las condiciones de posibilidad de que las haya.

Otro argumento crítico en contra del realismo se basa en el alcance de los objetivos adscritos por el realismo a la ciencia. Van Fraassen limita tal objetivo a la verdad sobre observables, ya que cualquier otro objetivo es inalcanzable y ambicioso. Sin embargo, como menciona Gómez, la historia de la ciencia nos previene de descartar *a priori* algún dominio de investigación como inaccesible; por otro lado, los realistas contemporáneos no niegan la influencia de los factores sociales, aunque no creen que estos sean en determinantes en extremo.

Otra estrategia argumentativa que fue usada por Laudan y por van Fraassen en contra del realismo es lo que Putnam llamó “meta-inducción desastrosa”. Consiste en una inducción pesimista a partir de la historia de la ciencia, “y apunta a negar la plausibilidad de hacer de la

verdad o de la convergencia hacia ella el objetivo de la ciencia: basta recorrer las teorías científicas que se han descartado en el pasado para inducir que ellas habían sido aceptadas sobre el mismo tipo de evidencia que hoy empleamos para sostener nuestras teorías. Como hoy tales teorías son falsas, inducimos que las teorías que hoy aceptamos son también probablemente falsas” [Gómez 1995, p.32]. Sin embargo esta postura es para Gómez demasiado radical y pesimista pues sin duda actualmente contamos cada vez con mejores instrumentos experimentales que nos ayudan a estar más seguros de la evidencia experimental (aunque no sea necesario llegar nunca a una verdad última), además de que se podría proceder con argumento muy similar pero de manera positiva, sin embargo hay gran cantidad de filósofos que están a favor de estas ideas.

Como podemos ver, ha habido diversos argumentos en contra del realismo, éstos han dado lugar a intentos de reformulación del realismo en versiones más sutiles. Pero hay tesis positivas acerca del realismo que Olivé defiende y que a continuación veremos. Éstas conciben a las teorías científicas, no como conjuntos de enunciados, sino como compuestas por modelos que representan sistemas y entidades reales. Bajo este esquema, una teoría aproximadamente verdadera ofrece a través de sus modelos una descripción correcta, o adecuada, pero siempre parcial de sistemas reales. [Olivé 1988, p.224]

Bajo esta perspectiva las teorías compiten por la mejor o la más precisa representación de los sistemas reales que garantizan la identidad del *campo científico*². Por otro lado, la idea de progreso científico está ligada a la construcción de modelos más precisos.

Otra ventaja de esta concepción es que hace más plausible la conexión entre verdad aproximada y éxito de las teorías científicas. O sea que en realidad no se trabaja con la noción de verdad sino que ésta ha sido reemplazada por la noción de *adecuación* a los modelos. De manera que cuando se habla de una teoría aproximadamente verdadera, quiere decir que es una teoría que contiene modelos que representan entidades realmente existentes, y que representa correctamente al menos algunos rasgos y funcionamientos de esas entidades. De esta forma el realista tiene siempre a la mano la explicación de Maxwell de “que el éxito predictivo de las teoría se debe a que las

² La identidad del campo está determinada por los sistemas reales que las teorías pretenden explicar por medio de sus modelos.

entidades que postula realmente existen y se comportan con suficiente aproximación a la manera en que la teoría dice que se comportan” [Olivé 1988, p.225] .

Como hemos dicho, las diferentes versiones dentro del realismo científico han dado pie a numerosas discusiones y a corrientes dentro del mismo. A continuación veremos algunos de estos realismos disminuidos.

1.11 Distintas corrientes dentro del realismo³

Gómez hace un recuento breve de estas corrientes y comenta que prefiere llamarlas así por sus tendencias anti-instrumentalistas, aunque en general son llamadas corrientes antirrealistas; todas ellas son resultado de una crítica generalizada a las ideas de van Fraassen⁴.

- *La actitud ontológica naturalista de Arthur Fine.*

Su posición está basada en su aceptación del conocimiento del sentido común y de la ciencia porque son confiables, aunque su posición no es ni realista ni antirrealista. Fine propone que confiemos en aceptar las entidades que los científicos afirman que existen. Se evita toda forma de argumentos justificativos que estén fuera de la ciencia, así como la necesidad de recurrir a nociones como correspondencia y verdad aproximada. Por aceptar la tesis de Kuhn de inconmensurabilidad, Fine niega el carácter progresivo del conocimiento, como si aumentáramos siempre nuestro conocimiento acerca de las mismas cosas.

- *Realismo de las causas y las leyes fenomenológicas.*

En este realismo Nancy Cartwright distingue entre leyes fundamentales (como las leyes de la mecánica newtoniana) y leyes fenomenológicas (como las leyes de fuerza que operan sobre un resorte). Estas últimas se obtienen por sucesivas aproximaciones hasta que se adecuan al comportamiento de los cuerpos reales; no son estrictamente deducibles desde las leyes fundamentales , sino que resumen los hechos principales de los cuerpos reales y nos dan la causa

³ Todas estas síntesis de las corrientes son de Gómez 1995, p.33-37.

⁴ El que tantas opiniones en torno a van Fraassen hayan sido hechas, denota que sus ideas son mucho más complejo de lo expuesto hasta el momento, pues en esta parte de la tesis y para sus fines sólo se pretende dar un esbozo del status actual del realismo.

de su operatividad. Cartwright propone que las leyes fenomenológicas y las versiones causales que ellas nos dan, son susceptibles de ser verdaderas, y si lo son, es posible hablar de la realidad de las causas operantes. En cambio las leyes fundamentales no pueden tener pretensión de verdad, funcionan como simples guías heurísticas en el proceso que permite llegar a las leyes fenomenológicas. De modo que aquí se da una mezcla entre el realismo de las causas y las leyes fenomenológicas y un instrumentalismo de las leyes fundamentales. Adhiere además que los modelos tampoco pueden pretender ser verdaderos, porque hay modelos alternativos que pueden funcionar, y ambos no pueden ser verdaderos. Así que en este modelo los modelos y las leyes fundamentales se usan para explicar modelos, se concluye que la explicación científica poco tiene que ver con la verdad.

- *Realismo de entidades por intervención experimental*

Ian Hacking piensa que todos los argumentos a favor o en contra de la verdad de las teorías han sido inconclusos pues suponen solamente una concepción teórico-representacional del conocimiento científico. Tal conocimiento es, en realidad, un producto histórico de dos tipos de interacción humana: representación (teorización acerca del mundo) e intervención (actuación en y sobre el mundo). Dice que sólo nuestra interacción con el mundo otorga convicción y permite concluir verdades. El mundo, como objeto de interés científico, es creado más que revelado. Así, el realismo puede ser definido mediante nuestra habilidad para intervenir en la naturaleza (como en manipular partículas elementales).

- *Realismo constructivo.*

Ronald Giere se llama a sí mismo “realista constructivo” y afirma la realidad de lo que es representado por la ciencia al construir modelos como representaciones aproximadas. La relación fundamental es la de similaridad de representaciones (de objetos en el modelo y en el mundo), más que acerca de la verdad de los enunciados (como relación entre objetos lingüísticos y objetos en el mundo). Giere tiende a aceptar como existente lo que puede ser usado y manipulado. Cuando las entidades no pueden ser manipuladas, se aceptan aquellas que permiten éxito predictivo de acuerdo a la evidencia disponible. Consistente con su epistemología naturalista, no existe aquí el problema del acceso por el sujeto a un mundo independiente, nuestros procesos

cognitivos están en el mundo de electrones y terremotos, todo ello está conectado por complejas relaciones causales. Es entonces un realismo sin verdad como correspondencia.

- *Realismo interno*

Putnam dice que este realismo es relativo a los marcos conceptuales que usamos inevitablemente para conceptualizar el mundo. Cada marco conceptual determina cuántos y cuáles objetos aceptamos, así como el significado de los conceptos que utilizamos. Por lo tanto, el realismo interno evita los absolutismos del realismo científico y es consistente con el relativismo conceptual y ontológico, aunque no implica ningún tipo de relativismo cultural. El núcleo de este realismo es el rechazo de las dicotomías: propiedad proyectada-propiedad de las cosas, subjetividad-objetividad, poseer condiciones de afirmabilidad-poseer condiciones de verdad, y hechos-valores. De esto se siguen las siguientes consecuencias: a) la noción de la cosa en sí deviene sin sentido, b) no es más aceptable distinguir entre una imagen privilegiada (o científica) y una imagen manifiesta, como si hubiera marcos conceptuales de primera y segunda clase, c) no hay una noción absoluta de “hecho” y de “correspondencia a hechos”, y d) no hay una noción absoluta de verdad.

Aunque esto no impide hablar de verdad ni de objetividad. La verdad es entendida como justificación idealizada (o como aceptabilidad racionalmente idealizada, aceptable bajo condiciones ideales), y esto no es asunto de mera opinión. Las condiciones de afirmabilidad de nuestras sentencias las aprendemos a través de nuestra práctica y no pueden ser totalmente formalizadas, por lo que la racionalidad humana no es codificable en ningún algoritmo.

Todas las versiones de realismo debilitado han sido a su vez causa de muchas críticas también y han sido fuente de correcciones para crear nuevas corrientes. Además hay varias maneras de categorizar las corrientes de realismo, pero esto sería una ardua tarea que no nos corresponde aquí hacer. Pero lo que se pone de manifiesto es la complejidad de la problemática relacionada a la ontología que se vincula al conocimiento científico en función del modo en que se concibe su racionalidad y la epistemología correspondiente [Gómez 1995, p.36].

Veremos por último otra corriente de estrategia de defensa del realismo científico. Esta es la *naturalista*, uno de los que ofreció un intento de defensa en esta línea fue Richard Boyd, en su trabajo *Sobre el estatus actual del problema del realismo científico*. “Ante las críticas de empiristas y de constructivistas, Boyd enfrenta la idea de que <una versión realista de las teorías científicas es un componente de la única explicación científicamente aceptable de la confiabilidad intelectual instrumental de la metodología científica>”. Boyd sostiene que dicha base permite desarrollar un argumento a favor del realismo científico que supera muchas debilidades con respecto a otros intentos de enfrentar argumentos antirrealistas, pero para Olivé estos argumentos⁵ no son concluyentes en contra del constructivismo. Boyd deja implícita la distinción de que “entre aquellos aspectos de la ciencia que deben admitirse como socialmente construidos, por ejemplo los conocimientos y las actividades científicas mismas, y la realidad que no es socialmente construida, ni depende de las teorías, la realidad que una adecuada teoría de la ciencia debe mostrar que existe: aquella a la cual en general, se refieren las teorías” [Olivé 1988, p.227]. Olivé sugiere, bajo esta distinción, que una teoría realista de la ciencia puede apropiarse de elementos constructivistas. Boyd además sugiere que “la confiabilidad del método científico descansa en el surgimiento, lógica, epistémica e históricamente contingente de teorías adecuadas, aproximadamente verdaderas”[Olivé 1988, p. 232].

Para Olivé, puede enfrentarse una teoría trascendentalista contra la visión naturalista. Esta posición ofrece incluir aspectos constructivistas que parece necesario salvar, y además defenderse mediante recursos metodológicos como los que ofrece Boyd, empezando por la consideración de rasgos reales y efectivos de la ciencia. De acuerdo con esto, una teoría realista de la ciencia tendría que considerar, los cuatro siguientes componentes:[Olivé 1988, p.233]

- a) La confiabilidad de los métodos científicos como guías hacia la verdad.
- b) La confiabilidad instrumental de los métodos científicos.

⁵ El primer argumento es que “las observaciones anómalas que (algunas veces) dan lugar a las “revoluciones científicas” no pueden ser reflejos de un mundo que dependa totalmente de un paradigma: se define anomalías como observaciones que no son explicables dentro del paradigma pertinente” y el segundo es que “es evidente que el progreso tecnológico, dependiente de las teorías no puede explicarse por el recurso a la construcción social de la realidad”. Para ver estos argumentos a profundidad, así como la explicación de Olivé de que no son concluyentes en contra del constructivismo, ver Olivé 1988, p. 227-232.

- c) La neutralidad de la metodología científica, en relación con teorías que se comparen entre sí.
- d) La continuidad de la referencia de los términos teóricos y de los métodos a través de las “revoluciones”

Pero una teoría realista de la ciencia no se sostendrá o caerá con base en uno de estos cuatro puntos tomados aisladamente, pero tampoco se sostendrá firme sobre los cuatro juntos. Una teoría realista debe, según Olivé, defenderse en bloque con muchos otros puntos, de los cuales el más importante para Olivé es el carácter público intersubjetivo de la ciencia. Es decir que una teoría realista de la ciencia debe explicar por qué es necesario entrenar a nuevos científicos y por qué son necesarias las actividades experimentales, públicamente accesibles, así como los procesos de comunicación.

Si se reconocen todos estos rasgos como importantes, ¿cómo debe ser el mundo para que sea posible una ciencia que combine todos estos aspectos, y que la combinación de ellos de cómo resultado conocimiento confiable y genuino? Un programa de investigación para el realismo científico debe reconocer y dar cuenta de los aspectos de la ciencia que se construyen socialmente y que dependen de teorías o paradigmas, tanto en lo que respecta al conocimiento teórico como a las actividades científicas. Como la ciencia de hecho existe, y dado que contamos con métodos confiables para obtener, justificar y aplicar el conocimiento científico, debemos buscar la mejor explicación de estos hechos, los cuales son reconocidamente contingentes. Las teorías de la ciencia que compiten entre sí deben evaluarse como totalidades, confrontándose unas con otras. Lo que hace posible a la ciencia es lo que el realista sostiene. [Olivé 1988, p.234]

La defensa del realismo científico debe realizarse a través de una teoría de la ciencia competente e integral, esto es, una que no se limite a analizar los desarrollos puramente conceptuales, sino que atienda a otros factores de la ciencia como las prácticas de observación, experimentación y comunicación de resultados, los sistemas que las rigen, etc. Además dicha teoría debe desarrollar sus propias nociones de ley, explicación, etc. [Olivé 1988, p.236]

Por último daré explícitamente las conclusiones generales que obtiene Olivé de replicar a los argumentos que Larry Laudan⁶ hace en contra del realismo convergente. No entraremos en la discusión ni en los detalles particulares de las conclusiones pues sería muy extenso para los fines de esta tesis⁷, que simplemente pretende rescatar las nociones básicas que debe tener el realismo científico. Las conclusiones son las siguientes [Olivé 1988, p.257]:

- i) La idea de que el realismo es una hipótesis empírica es ciertamente oscura y no parece ser la más apropiada para defender al realismo
- ii) Una adecuada teoría del realismo requiere el desarrollo de una teoría de la ciencia en la cual se analice a las teorías científicas de una manera diferente a la concepción sintáctica que muchos realistas adoptan. Fundamentalmente debe integrarse la noción de modelo como parte de las teorías. Dicha teoría deberá incluir también el desarrollo de conceptos sociológicos fundamentales para la comprensión de las actividades y prácticas científicas.
- iii) La noción de explicación que debe aplicarse dentro de la teoría de la ciencia en cuestión debe rechazar el modelo nomológico-deductivo. En particular, está desencaminada una defensa del realismo que pretenda sostener que la verdad aproximada implica el éxito. La estrategia a seguir debe desarrollar argumentos trascendentales que respondan a las preguntas acerca de las condiciones de posibilidad de la ciencia; preguntas tales como ¿cómo debe ser el mundo para que la ciencia sea posible?, ¿cómo es posible que haya actividades prácticas y científicas, y por qué son como son y no de otra manera?, ¿cómo debe ser la sociedad para que la ciencia, como la conocemos, sea posible?, ¿cómo deber ser el mundo y las actividades científicas para que la ciencia tenga el éxito que tiene?

Ahora, bajo el esquema del realismo, daremos nociones epistemológicas básicas en la teoría del conocimiento que serán la base conceptual para el análisis en los capítulos posteriores de la tesis.

⁶ Los argumentos de Laudan no son expuestos aquí pues para los fines de la tesis nos interesa la postura a favor del realismo. Para ver los argumentos completos ver Olivé 1988, p.235-261.

⁷ Para esta discusión ver Olivé 1988, p.235-261.

1.2 Luis Villoro, nociones epistemológicas.

Para abordar el planteamiento de los realismos científicos de Albert Einstein y de Karl Popper debemos dar primero un marco teórico de lo que ciertos conceptos significan e implican dentro del marco de la filosofía de la ciencia actual, bajo un esquema realista. Para esto, usaremos en esta sección el tratamiento que hace Luis Villoro de estos conceptos en su libro *Creer, Saber y conocer*.

El problema de lo que es saber es uno de los enigmas que la humanidad siempre se ha planteado, es un problema epistémico fundamental y además, el conocimiento científico está íntimamente ligado a entender este concepto por lo que consideramos importante desarrollarlo con atención. Desde los antiguos griegos se busca tener una definición clara del saber. Casi todos los estudios analizan el conocimiento proposicional, es decir, aquel que se refiere a un hecho o situación expresados en una proposición; saber-que (“se que Wittgenstein escribió el *Tractatus*”). Esta forma de conocimiento se traduciría como saber. [Villoro 1982, p.14]

En un sentido general “creer” significa aceptar la verdad y realidad de algo, sin dar a entender que mis pruebas sean o no suficientes. En este sentido general saber implica necesariamente creer, aunque creer no implique necesariamente saber. En el diálogo de Platón *Teeteto* se da un bosquejo de la definición de lo que es saber, a ésta se llega por supuesto después de un largo e ingenioso “alumbramiento” del personaje, encarando todas las preguntas de Sócrates para poder llegar a una definición que sea general y correcta. Se llega entonces a la definición de saber:

S sabe que p , sí y sólo sí:

1. S cree que p
2. “ p ” es verdadera
3. “S tiene razones suficientes para creer que p .”

Podemos llamar “justificada” a una creencia basada en razones suficientes [Villoro 1982, p.17]. Sócrates mismo lo dice así: “*Siempre que uno coja una opinión verdadera de algo, pero sin explicación su alma estará en posesión de la verdad, pero él no conocerá, porque el que no*

puede dar ni tomar razón de una cosa es un desconocedor de ella”[Platón 1990, p.251, 202c].

Cabe clarificar que S se refiere al sujeto epistémico, o el sujeto de quien decimos que sabe p , p es un hecho cualquiera y “ p ” es la proposición que expresa lingüísticamente el hecho p .

A esta noción se le llama la concepción tradicional del conocimiento, de la cual hay un enfoque alternativo que añade las relaciones del conocimiento con la práctica. Este enfoque se da en el diálogo el *Menón* en donde la justificación en razones se presenta como una “atadura” de las creencias que asegura su presa en la realidad. Así, con este enfoque el saber parte de que el conocimiento responde a la necesidad de orientar nuestra vida en el mundo, en lo cual nos basaremos para llegar a una definición de saber más amplia.

Podemos ver ahora que para hablar del saber científico tenemos antes varias interrogantes que resolver como qué es la creencia, cómo se entiende su relación con la práctica, qué es la justificación y otros conceptos que nos llevarán a entender claramente estas ideas. Existen fundamentalmente dos posturas antagónicas que se disputan la definición de creencia. A saber, el análisis tradicional y el contemporáneo. Mientras el primero concibe la creencia como *ocurrencia o acto mental*, el análisis contemporáneo define la creencia como *disposición*. De este modo iremos trazando el método que utiliza Villoro para analizar los problemas que presenta la noción tradicional del saber y para proponer unas correcciones (basadas en Braithwaite y en el mismo Villoro) para llegar al análisis contemporáneo del saber.

Si pensamos en lo que significa creer, pensamos comúnmente que es un estado interno del sujeto que cree, es “como una certeza interna”. Podríamos decir entonces que creer es la parte subjetiva del saber [Villoro 1982, p.25]. Esta concepción es la más antigua y es la que grandes filósofos han adoptado (Descartes, Locke, Hume, Russel y Husserl) coincidiendo en que es un acto mental, aunque sus enfoques varíen, todos coinciden en una postura *mentalista*. Todas las nociones de estos autores caracterizan a la creencia como una ocurrencia o dato de la conciencia privada. Pero estas nociones no toman en cuenta el hecho de que la creencia es muchas veces un estado potencial: creemos muchas cosas de las que no estamos siendo plenamente concientes, como que la Tierra gira y por ello hay días y noches. De modo que la creencia como ocurrencia mental no se puede aplicar a las creencias que están latentes en nosotros.

Platón en el *Teeteto* daba cuenta de esta distinción entre *tener* y *poseer*: El saber, según Platón, fundamentalmente se posee, y sólo en algunos momentos se tiene: “ [el saber] es lo mismo que si una persona hubiera cogido aves agrestes, y las alimentara en un palomar que hubiese dispuesto en su casa. En cierto sentido, podríamos decir que las tiene siempre, precisamente porque las posee.(...) Pero en otro sentido diríamos que no tiene ninguna, sino que ha adquirido poder sobre ellas [las posee], ya que las tiene al alcance de la mano” [Platón 1990, p.237, 197c-d]. Del mismo modo, la creencia es algo que se posee, que se tiene a la disposición, aunque no siempre se tiene.⁸

Otro punto en contra de la noción de creencia como ocurrencia mental es que no la podemos ver como algo subjetivo (un sentimiento de seguridad o de convicción) puesto que nadie más que nosotros mismos lo podría juzgar. Necesitamos características *objetivas* que nos permitan tener una definición compartible. Es por esto que será mejor buscar en las relaciones del hombre con su mundo y encaminarnos así al enfoque contemporáneo del conocimiento.

Braithwaite fue el primero en dar una definición de creencia en términos de disposición a actuar: si creo *p*, implica dos cosas: abrigo la idea de *p* (*entertain*) y tengo la disposición a actuar como si *p* fuera verdadera.

La disposición a tener ciertos comportamientos es comprobable por cualquiera, ya no es una ocurrencia mental única del sujeto. Las disposiciones son características que tengo que atribuir a los objetos para explicar ciertas ocurrencias, son enunciados hipotéticos⁹. Esta definición nos hace ver que al tener una creencia en un hecho, considero que es parte del mundo real y me dispongo a relacionarme con él en diferentes circunstancias; aunque pueda pasar que nunca he actuado en torno a una creencia pero tengo esa disposición a hacerlo (porque creo en ello). Creer así se manifiesta en la relación con el mundo, no sólo en la conciencia.

Veamos porqué esta definición ofrece mejores resultados que la de cualidad mental:

Da razón de las creencias latentes (no toda creencia es un acto), es objetivamente comprobable (no requerimos de la introspección del sujeto), se puede determinar con enunciados condicionales

⁸ Tengo aquello que en el presente estoy usando de algún modo; poseo muchas cosas que en el momento presente no empleo.

⁹ Si S está en la circunstancia c, se comportará como x.

más precisos que las metáforas de certeza interna, y por último, da razón de las creencias reales, no confesadas por el sujeto (pues hay una gran distinción entre las creencias reales y las profesadas, los actos son prueba de ello).

Ahora que hablamos de disposición, podemos ver que se puede tomar como la probabilidad de que dados ciertos estímulos, se den ciertos comportamientos, sin que la disposición tenga existencia propia fuera de esta relación; o bien como un estado interno del sujeto que tiene una existencia propia [Villoro 1982, p.35].

La primera interpretación es la conductista estricta, en donde la disposición es reducible lógicamente a las propiedades observables de los antecedentes y los consecuentes de los enunciados condicionales. Si esta interpretación fuera cierta, podríamos deducir una creencia de un número limitado de comportamientos, pero esto no es así pues una creencia no se agota con un número específico de comportamientos, siempre podrá haber más comportamientos que la corroboren o la falsifiquen. De modo que consideraremos a la disposición como un término teórico que se refiere a una clase de estados no observables en que debe estar algo para que dadas determinadas circunstancias, se produzcan determinados comportamientos. Es pues, una condición inicial que, añadida a los hechos señalados por el antecedente, explica el consecuente [Villoro 1982, p.39].

Pero ahora nos topamos con el problema de que las emociones e intenciones pueden verse como estados disposicionales. De modo que lo que diferenciaría la creencia de cualquier estado disposicional sería su correspondencia con la realidad, su condición de verdadero. Pero esto nos llevaría a tener problemas con la definición porque tendríamos que interpretar qué significa que S crea que p es verdadera, lo cual nos llevaría de nuevo a cualidades internas indefinibles. Así que mejor se caracterizará la creencia dentro de un conjunto de estados intermedios que explican los comportamientos de un sujeto, a estos se les llama actitudes.

Gordon W. Allport da una definición de actitud que aún se utiliza. “Una actitud es un estado mental o neuronal de disposición (*readiness*), organizado mediante la experiencia, que ejerce una influencia directiva o dinámica (favorable o desfavorable) sobre la respuesta del individuo a todos los objetos o situaciones con los que está relacionado”[Villoro 1982, p.44]. Pero en esta

definición no queda clara la diferencia entre creencia y actitud, de hecho, muchos autores las consideraron inseparables.

Krech, Crutchfield y Ballachey distinguen tres componentes en la actitud en torno a un objeto: uno cognitivo (la creencia sobre el objeto), uno afectivo-valorativo y otro que es el componente de tendencia a la acción (intenciones, propósitos). Pero en la práctica no hay modo de distinguir entre los tres componentes. Fishbein propone que “la actitud se refiere a una predisposición aprendida a responder a un objeto dado de una manera consistentemente favorable o desfavorable”[Villoro 1982, p.49], de modo que se restringe a la parte afectiva-valorativa de una disposición.

Con investigación y experimentos de por medio, la actitud se distinguió de la creencia en que las mismas disposiciones a actuar están sobredeterminadas por una dirección afectiva hacia el objeto. Las creencias que van acompañadas de una evaluación afectiva, éstas son a las que llamaremos actitudes. Aún así, necesitamos una definición de creencia previa a los experimentos operacionales, para así poder distinguirla en éstos, o sea que el concepto de creencia no puede provenir del análisis de respuestas conductuales.

Para esto Villoro propone responder la pregunta: “Si S actúa así es porque cree que p o porque tiene una actitud favorable hacia p ?”[Villoro 1982, p.57] para distinguir precisamente entre creencia y actitud.

El comportamiento de los hombres puede ser visto como procesos que explicar o como fuentes de información para entender más de nuestro mundo. El comportamiento puede ser visto de dos modos distintos: puede estar descrito como una manifestación de una pulsión o un querer (subjetivo) ó como una manifestación de una creencia, es decir, una representación objetiva.

Es importante entender esta distinción pues ayuda a comprender el mundo que nos rodea, las creencias pueden ser compartidas, pues pueden presentarse en la realidad, a diferencia de la parte subjetiva. A las propiedades de una disposición que me comunican acerca del mundo que puede ser común con el mío, las llamamos “objetivas”. El objeto puede ser común a cualquier sujeto[Villoro 1982, p.60]. A la disposición que está determinada por un objeto la llamamos creencia. La creencia es entonces la disposición del sujeto que cualquiera puede compartir, que tiene relación con la realidad tal como se le presenta al sujeto (los hechos aprehendidos), o sea

que tiene relación con la verdad. El conocimiento sería pues la disposición determinada por hechos tal como son en realidad. En cambio la actitud contiene una parte subjetiva.

Es importante que cualquier definición de creencia pueda distinguir entre representación y la creencia. La representación es la aprehensión de un objeto sin la necesidad de responder a él, o de tener alguna disposición hacia él; puede ser por percepción, imaginación o memoria. Esta es la diferencia con la creencia. Cualquier creencia en p implica una representación de p en algún momento, aunque no se necesita que p esté presente ni que ocurra en el momento en que se manifiesta la creencia.

Sobre la base de cualquier creencia, puede añadirse un impulso afectivo o intención. Pero la intención puede verse como una disposición que está en función de creencias y actitudes; esta intención puede tener una actitud favorable hacia la realización de una acción por el sujeto y creencias normativas acerca de si debe o no realizarlas¹⁰.

Ahora sí estamos listos para una propuesta de definición de creencia con todas las acotaciones que hemos visto que debe tener. Tenemos entonces que:

S cree que p sí y sólo sí: [Villoro 1982, p.71]

1. S está en un estado adquirido x de disposición a responder de determinada manera ante variadas circunstancias.
2. p ha sido aprehendida por S
3. p determina x

Entonces creencia es un estado disposicional adquirido, que causa un conjunto coherente de respuestas y que está determinado por un objeto o situación objetiva aprehendidos.

Es importante notar que en la definición aparece la disposición a actuar pero no la acción misma, ya que creer no implica necesariamente actuar como se cree. Es por esto que sólo bajo la perfecta racionalidad de las acciones, podríamos inferir creencias a partir de acciones.

Podemos así adelantar y ver que como el saber es una especie de creencia, éste será también un estado disposicional adquirido que orienta la práctica del sujeto en el mundo, sólo que en el saber el objeto de la creencia *debe tener existencia real*. Pero antes debemos ver qué es lo que nos lleva de la simple representación a un estado disposicional a actuar.

¹⁰ Esta distinción la hace Fishbein, como menciona Villoro. [Villoro 1982, p. 69]

Las creencias obedecen a tres factores: *a ciertos antecedentes históricos, a motivos de la personalidad que llevan a aceptar una creencia y por último a las razones que la justifican*. La relación entre los tres tipos de explicación no es sencilla y lleva a un problema antiguo: si el creer es asunto de la voluntad o del entendimiento. Este problema en la Edad Media fue de gran importancia para disipar las relaciones entre la fe y la razón. Si sólo las razones determinan nuestras creencias, nunca seríamos libres de creer responsablemente. Para Descartes la capacidad de errar da testimonio de la libertad del hombre pues si las creencias fueran sólo cuestión del entendimiento no podría explicarse el error (aunque esto implicaría asumir que el entendimiento humano siempre es correcto, lo cual es muy cuestionable). De modo que no es trivial entender si podemos realmente lograr un conocimiento basado puramente en razones objetivas o si siempre están detrás la voluntad y los deseos. Entonces nos toca ahora hablar de las justificaciones y de las razones para creer.

Una razón es lo que hace para S que su creencia en *p* sea verdadera. Platón ya decía en el *Menón* que la razón es lo que “amarrar” la proposición creída a la verdad. Es decir que la razón es lo que hace que el objeto que creo no tenga solamente una existencia creída, sino que tenga una existencia real. Las razones ligan la acción guiada por la creencia con la realidad, garantizan acierto en la acción en el mundo. Es importante que no confundamos las razones para actuar (que tienen una parte subjetiva y otra objetiva) y las razones para creer, que son las que a nosotros ahora nos conciernen.

Entenderemos por razón todo aquello que justifica para un sujeto la verdad o la probabilidad de su creencia, el fundamento en el que basa una creencia, juzguémoslo racional o no con criterios lógicos [Villoro 1982, p.78]. Justificar es un acto, no una creencia. Justificar es aceptar razones para ella, como aceptar otra creencia que hace verdadera a la primera.

Es importante notar que puede haber creencias sin razones que las justifiquen. En la vida cotidiana aceptamos muchas creencias sin discusión, hay muchos ejemplos que nos son comunes a todos: hay creencias que tenemos desde la escuela primaria que jamás hemos puesto en duda. “Cualquier objeto que no es contradicho es creído *ipso facto* y puesto como una realidad

absoluta¹¹”. Tampoco solemos dar razones de creencias supuestas por otras de las que sí damos razones: toda creencia implica a muchas otras. De modo que en efecto, puede haber creencias sin razones *explícitas*, de modo que estas son creencias no reflexivas. Esto se debe a que sólo cuando dudamos que una creencia es falsa indagamos por sus razones. Cuando buscamos las razones de una creencia que hasta el momento manteníamos inconscientemente sin cuestionar, las hacemos expresas. De este modo podemos hacer la distinción entre razones explícitas y las implícitas. Las razones explícitas acompañan a la creencia cuando se reflexiona en ella y se expresan al justificarla; las implícitas pueden darse en el momento en que se reflexiona en una creencia, pero no se hacen expresas mientras no las reflexionamos.

Las razones implícitas pueden ser de tres tipos:

1. Causales (percepción, memoria), que suelen formar creencias espontáneas.
2. Las que tuvimos presentes al adquirir la creencia pero las hemos olvidado, muchas de estas son el resultado de la enseñanza que la sociedad nos dicta. Al ver esta clase de razones nos damos cuenta que los primeros conocimientos científicos son adquiridos del mismo modo que las creencias morales; claro está que estas razones se pueden recordar o cuestionar, aduciendo probablemente nuevas razones para la creencia.
3. Principios generales supuestos en todo nuestro sistema de creencias que aceptamos confusamente y se puede reflexionar, aunque puede ser un proceso complicado.

Podemos deducir que puede haber razones muy complejas que sean mezcla de todas las que hemos mencionado y que al reflexionar sea difícil encontrarlas, pero no hay creencia de la que no podamos dar razones, si se requiere; aunque esto quiera decir en muchas ocasiones refutar la misma creencia o dejarla en duda. Hay además, distinción entre las razones que admito y las que realmente justifican la creencia para nosotros, estas son las que importan.

Ahora, el proceso de justificación se detiene siempre en algún punto. Se detiene en creencias de las que ya no damos razones explícitas o en razones que ya no fundamentamos en otras. Estas son las *razones básicas* y son de dos tipos [Villoro 1982, p.85]: creencias con razones implícitas pero que de hecho no se ponen en cuestión ó razones que ya no son creencias (como los datos sensoriales, los cuales constato pero no los creo).

¹¹ Cita de William James. [Citado en Villoro, 1982. Pp. 80]

En el conocimiento analítico vemos un claro ejemplo de razones básicas, los cuales son los axiomas y definiciones del sistema, de los cuales se deriva la validez de otros enunciados del sistema; pero ellos en sí no son verdaderos ni falsos, son estipulaciones.

Debemos ahora distinguir en la justificación entre la conexión de inferencia entre proposiciones de la relación de causalidad entre hechos. La relación causal se establece entre ocurrencias o estados reales; puede existir entre dos creencias, puesto que estas son estados de un sujeto, pero no entre dos proposiciones o una proposición o una creencia, porque las proposiciones no son ocurrencias ni estados; entre ellas hay relaciones lógicas, no causales. Las relaciones lógicas entre proposiciones pueden corresponder a relaciones causales entre las creencias en esas proposiciones; pero no corresponden necesariamente a relaciones causales entre los hechos reales a que se refieren[Villoro 1982, p.92]. De modo que la justificación se puede interpretar en dos formas:

La explicación por razones suministra una explicación causal suficiente de la existencia de una creencia. La justificación puede interpretarse como una relación causal entre creencias. Las razones pueden ser causas de las creencias.

Sin embargo, la conexión entre las proposiciones no puede ser causal sino lógica. La justificación puede entonces interpretarse como una relación lógica entre los objetos proposicionales de las creencias. Las razones tienen como objeto antecedentes lógicos de los objetos proposicionales de las creencias que explican.

Ahora bien, veremos que una creencia puede tener grados de probabilidad: puede ir desde una *certeza* (no se admite posibilidad de estar equivocado con las razones de que dispone en el momento) hasta una *presunción* (puede que esté equivocado). De cualquier modo, el sujeto debe tener *razones suficientes* para pasar de una simple representación de una proposición a la disposición de actuar en el mundo determinada por ella. Esta suficiencia de las razones tendrá que ver con el grado de la creencia.

Que las razones de S sean suficientes para creer que *p* significa [Villoro 1982, p.93-94]:

1. Que bastan para causar en S el estado interno de creencia en *p* (aunque puede no bastar para que actúe determinado por *p*, para esto faltan otras condiciones suplementarias)
2. Bastan para que S tenga a *p* por verdadera o probable.

Tener por verdadero a p , es tenerlo por realmente existente. La suficiencia da pues a S la “atadura” de sus estados internos con la realidad, que requiere para poder actuar con acierto.

La deliberación para la adopción de una creencia (que las razones para creer en ella sean suficientes) puede ser un proceso muy complicado; puede comprender, a saber, tres aspectos [Villoro 1982, p.95]:

1. Razones tanto a favor como en contra, de modo que se pone a prueba la creencia por medio del análisis, la crítica, la comprobación. Las razones son suficientes para el sujeto cuando de ellas puede inferir con cierta probabilidad su creencia. Entonces la primera condición para que las razones sean suficientes es que sean *concluyentes*.
2. Que las razones sean *coherentes* con el resto de sus creencias conscientes.
3. Que el sujeto considere *completas* las razones de las que dispone para inferir de ellas con mayor o menor probabilidad su creencia.

La deliberación puede llevar a rechazar las razones, la suspensión del juicio o la consideración de las razones como suficientes (concluyentes, coherentes y completas) para el sujeto. Además de esto, en el proceso de deliberación juegan parte los motivos del sujeto para *su* creencia (otros pueden considerar sus razones irracionales).

Como ya vimos, la justificación puede considerarse como una relación causal entre creencias o una relación lógica entre las proposiciones. A la relación de *causalidad* entre una razón (creencia en p) y una creencia (creencia en q) corresponde una relación de *inferencia* entre sus objetos (proposiciones).

Concluimos entonces de lo anterior que S justifica la creencia en q por la creencia en p , o bien la creencia en p es razón suficiente para S , de la creencia en q sí y sólo sí [Villoro 1982, p.97]:

1. La creencia en p causa en S la creencia en q , ó
2. S infiere “ q ” de “ p ”

A la conexión entre dos objetos proposicionales que corresponde a la justificación entre las creencias la denominamos inferencia.

Finalmente, la justificación puede ser causa de una creencia en tres sentidos: Si el proceso de justificación es anterior o simultáneo a la adopción de la creencia, es la causa de su adopción. Si

es posterior a la adopción de la creencia, podrá confirmarla y rechazar dudas posibles. O podrá ser causa de otra creencia relativa al hecho creído pero con probabilidad distinta.

Acabamos de mencionar que en el proceso de deliberación de una creencia, los motivos juegan parte importante, las intenciones se pueden analizar en función de actitudes. Un motivo se entiende como todo aquello que induce o mueve a una persona a actuar de cierta manera para lograr un fin [Villoro 1982, p.103]. Podemos reducir los motivos a voliciones y querer. En la explicación de una acción por motivos debemos distinguir entre los motivos confesados (razones prácticas) y los impulsos que son generalmente inconscientes.

Es pertinente preguntar por los motivos de una creencia cuando las razones de la justificación no son suficientes; es decir, cuando se duda de una creencia. Igual sucede con las razones colectivas, mientras se comparte una mitología o un dogma porque nos adherimos al testimonio de los hombres encargados de transmitirla, resulta impropio preguntar por motivos personales que expliquen nuestra creencia. Pero cuando se duda puede surgir la sospecha de que detrás de la creencia esté motivada por intereses o deseos.

Aunque cabe resaltar que las razones y los motivos no son excluyentes. Elegimos creer, no porque decidimos lo que consideramos como verdadero, sino porque decidimos acerca de los criterios válidos para aceptar una razón. La fe es, por ejemplo, asunto de la voluntad, pero no por carecer de razones sino por dar por válidas razones que los descreídos pueden rechazar. Luego, los motivos no pueden sustituir a las razones, su influjo en la adopción de creencias es de otra índole. Muchas veces queremos buscar razones para que algo sea verdadero, el deseo explica porqué busco razones para justificar mi creencia y poner en marcha mi razonamiento. A menudo rechazamos una creencia pues es incoherente con nuestro sistema global de creencias y no resistimos esa incongruencia. La voluntad tiene una astucia particular para entrometerse en el proceso de deliberación (encontrar razones suficientes para la creencia) y llegar a las conclusiones que desea. Hay muchas explicaciones de este proceso, pero podemos decir que la voluntad puede interferir en la deliberación de tres formas [Villoro 1982, p.113]:

1. Puede aportar o declinar razones en consistencia de su deseo de verdad o falsedad de la creencia.

2. La voluntad refiere las razones a la totalidad de las creencias. Se les da más peso si son coherentes con una concepción del mundo establecida. Las creencias básicas de una ideología no son ajenas a los intereses de la voluntad.
3. Influidos por nuestro querer podemos acelerar, retardar o parar el razonamiento; concluir apresuradamente, pasar por alto pasos intermedios. Descartes llamaba “precipitación” a esta forma de error.

Así, los motivos pueden explicar la deliberación que conduce a la creencia, pero no ésta en sí; pues la deliberación sí consiste en una serie de acciones que ocurren en la persona y cuyo resultado final es considerar ciertas razones como suficientes.

Nos enfrentamos ahora a los distintos grados de creencia, podríamos decir que dependen del grado de asentimiento de la proposición creída. Ya habíamos hablado del término de asentimiento de Locke. Entendemos pues por *asentimiento* una cierta confianza o seguridad en la creencia que proviene del grado con que la aceptamos. Asimismo ya mencionamos los problemas de ver en la creencia cualidades particulares del sujeto (muy vagos, imprecisos). Podría pasar que mis creencias más certeras no se acompañen de un sentimiento específico (no siento nada particular al aseverar que siete por siete es cuarenta y nueve; sin embargo lo creo). Debemos pues distinguir entre grados de seguridad o adhesión que pueden acompañar a la creencia (que llamaremos *convicción*) y grados de probabilidad con que se presenta (que llamaremos *certeza*). Villoro muestra como Locke confundió certeza con convicción en el concepto de asentimiento. Asentimiento entonces puede ser [Villoro 1982, p.117]: los estados internos de firmeza o seguridad que acompañan a la creencia (grados de convicción) ó el dar razones por suficientes para pasar de la representación de una proposición a la creencia en ella. En este último caso asentimiento sería sinónimo de creencia, de modo que carece de grados ya que éstos son en realidad la probabilidad de la proposición creída.

Existe otra forma en que los motivos intervienen en las creencias, esto es el grado de convicción con que las sustentamos. La convicción tiene que ver con el papel vital que desempeña la creencia en nuestra vida, con la composición de nuestra personalidad; es por ello que lo sustentamos con fuerza. La convicción se acompaña de una actitud afectiva favorable hacia el objeto de la creencia. Hay verdades objetivas que no requieren testimonio personal, son

comprobables por cualquiera. En cambio, hay verdades existenciales que exigen testimonio personal, son nuestras convicciones más básicas.

Después de todas estas consideraciones podemos concluir que la creencia es asunto tanto de la razón como de la voluntad.

Todo esto es también importante para las ideologías colectivas, éstas no pueden entenderse sin comprender la relación entre creencias y motivos. Los quererres pueden influir en los razonamientos en que basamos nuestras creencias. El interés mueve a razonar de cierto modo. Los ideólogos, dice Villoro, son un claro ejemplo de que su pensamiento está distorsionado por razones particulares. La detención del proceso de razonamiento, la fijación en patrones de pensamiento a cubierto de toda crítica dan lugar a menudo a estereotipos. El pensamiento estereotipado es parte de la ideología. Este pensamiento ha sido muy estudiado por psicólogos y sociólogos y cumple una función clara: perpetuar patrones de comportamiento que mantienen integrada una forma de personalidad y sostienen la cohesión de un grupo. Los estereotipos en el razonamiento ofrecen la mayor resistencia al cambio social, al detener el proceso de reflexión que podría transformar las creencias colectivas [Villoro 1982, p.122]. Todo hombre cree por razones, cuando son suficientes bastan para explicar la creencia; si no, busca descubrir sus motivos o antecedentes.

Llegamos ahora finalmente a la distinción entre creer y saber. Y con ella daremos la definición de saber contemporánea.

Podemos distinguir entre dos¹² acepciones de "saber". Una es una forma de saber proposicional se refiere a una proposición que puede ser verdadera o falsa (saber-que). La otra se refiere a una actividad compleja, saber+verbo en infinitivo (saber cocinar, saber bailar), las cuales no son verdaderas ni falsas, simplemente existen. Pero en nuestro concepto de creencia (un estado de disposición) la segunda acepción no nos funciona, pues no habla de objetos sino de posibilidades de acción.

¹² Villoro menciona que Jesús Mosterín distingue también la acepción de "tener sabor"(sabe a chocolate); pero para nuestros fines este significado no nos interesa. [Villoro 1982, p. 126]

En el saber proposicional podemos aún distinguir varios alcances para nuestro tema. El más importante es el que se remonta a Platón y que expusimos anteriormente: saber es tener una creencia verdadera y justificada. Se usa en oraciones formales o empíricas.

Pero si saber es una especie de creencia, ¿qué la distingue de otras creencias? Ó ¿en qué situaciones podemos distinguir entre estos conceptos?

Villoro analiza primero la distinción en primera persona del presente de indicativo. Llega entonces a que se puede distinguir entre la *creencia en sentido fuerte* (certeza) y *creencia en sentido débil* (presunción). En el primero no se puede estar equivocado de lo que aseguro en el momento presente (aunque quizá en un futuro se demuestre lo contrario); en el segundo caso sí se da esa posibilidad. De modo que en primera persona del presente no hay situación para distinguir entre las creencias, aquellas que ya no fueran certezas sino “algo más” que podríamos llamar saber. Esta distinción se da cuando pasamos a las creencias ajenas. Es decir, cuando una persona *A* juzga como equivocadas las razones suficientes de *B* para creer que *p*. Sólo *A* puede distinguir que “*B* está cierto de *p* pero no lo sabe”. En este caso la distinción entre creer y saber toma importancia.

Llamemos *juicio de primer orden* a un juicio que se refiere a las razones para afirmar “*p*”. Y *juicio de segundo orden* a un juicio sobre un juicio de primer orden (el juicio de *A* sobre el juicio de *B* de que sus razones son suficientes). La distinción entre “saber” y “estar cierto” sólo es pertinente cuando pueden ser diferentes el valor de verdad de un juicio de primer orden y el valor de verdad del correspondiente juicio de segundo orden formulado sobre el primero.

Que las razones sean efectivamente suficientes quiere decir que lo sean con independencia de cualquier juicio particular que se formule sobre ellas, quiere decir que tengan *validez objetiva*. “Razones objetivamente suficientes” son las que bastan para garantizar la verdad de la creencia, con independencia del juicio de quienes creen. Y como la creencia sólo es verdadera si existe realmente el objeto ó la situación objetiva creídos, “razones objetivamente suficientes” son las que garantizan que la creencia esté determinada por la realidad y no por motivos subjetivos de quienes creen. [Villoro 1982, p.137]

La distinción entonces de “saber” y “estar cierto” sólo resulta pertinente cuando se puede juzgar sobre la insuficiencia de las razones para afirmar algo con independencia del juicio de quien las afirma. De modo que saber sería “creer algo con razones objetivamente suficientes”.

Ahora indagaremos en el término “razones objetivamente suficientes” para lograr finalmente una definición precisa de saber.

Lo primero que no queda claro es que las razones sean objetivamente suficientes para cualquier sujeto, puesto que puede que muchos no tengan acceso a esas razones. Debemos pues suponer varias características:

1. Que el sujeto tenga condiciones de normalidad (no se le puede pedir a una persona ciega que observe un telescopio y corrobore de sus observaciones alguna conjetura). Lo que nos lleva también a que el sujeto tenga acceso a la tecnología disponible.
2. Que el sujeto tenga acceso a las mismas razones que el sujeto de la creencia dado el saber de su época. Que sean capaces de entenderlas y juzgarlas (entender todos los argumentos, interpretaciones y explicaciones teóricas), lo que supone un nivel de saber previo.
3. Hay razones básicas que se deben de admitir, de modo que el conjunto de sujetos que juzgan la creencia deben tener un marco conceptual común que se expresa en creencias básicas acerca de la constitución ontológica de la realidad que admiten como existente.

Llamaremos entonces “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. [Villoro 1982, p.147]

Se propone entonces la primera condición para que las razones que justifican una creencia sean objetivamente suficientes la condición de *intersubjetividad*: “una razón es objetivamente suficiente si es suficiente para cualquier sujeto de la comunidad epistémica pertinente, que la considere”. Una justificación es “objetiva” cuando está basada en razones objetivamente suficientes [Villoro 1982, p.148]. Así, toda persona adulta en pleno uso de razón es sujeto epistémico pertinente a ciertos asuntos de la moral o de las relaciones sociales, aunque sólo unos cuantos a alguna ciencia particular. De hecho, la educación es el proceso para adecuar las comunidades epistémicas a la sociedad real. El ideal de la educación sería convertir a todo hombre en sujeto epistémico pertinente que fuera accesible a todo el saber humano.

Ahora bien, cabe aclarar que no existen comunidades intersubjetivas puras, de entes racionales posibles; existen intersubjetividades históricamente condicionadas, pertinentes para juzgar el

saber de su época. La pregunta que inmediatamente surge es si debe haber consenso entre los sujetos de la comunidad. Para esto debemos ver que relación hay entre objetividad, intersubjetividad y consenso.

Por consenso entendemos la coincidencia efectiva de los juicios de un conjunto de personas que comparten una creencia, ya sea verdadera o falsa, esté o no justificada objetivamente. Puede abarcar individuos que no son sujetos pertinentes para juzgar de sus razones o excluir sujetos que sí lo son. Por su parte la intersubjetividad está constituida por la coincidencia de todos los sujetos epistémicos posibles, pertinentes para juzgar de la verdad de una creencia. Un juicio es válido intersubjetivamente si es válido para cualquier sujeto posible de la comunidad epistémica pertinente. En este sentido la intersubjetividad es garantía de la verdad de un juicio, porque establece su validez con independencia de quien lo sustenta, es pues un criterio de objetividad [Villoro 1982, p.150].

De modo que intersubjetividad no coincide con consenso pues la primera no quiere decir que todos los miembros de la comunidad juzguen válida la creencia sino que si uno de ellos lo hace, entonces será válida para él. Tampoco las comunidades epistémicas pertinentes se identifican con las consensuales.

Puede suceder que la comunidad epistémica pertinente no coincida con el conjunto de personas que forman parte de una determinada comunidad científica. La falta de coincidencia entre el conjunto de personas que juzgan una creencia y la comunidad epistémica pertinente se explica por dos razones [Villoro 1982, p.153]:

1. Las razones no son accesibles a una comunidad consensual por falta de información o porque esta comunidad ha prestado adhesión a otras creencias alternativas que impiden que comprendan las razones que se dan. Muchas innovaciones científicas han tardado en lograr consenso por esas causas.
2. Es frecuente que las razones de una creencia verdadera no logren consenso por motivos, no por razones. Muchas veces los supuestos ideológicos no permiten que las nuevas razones sean accesibles. Puede haber coincidencia amplia respecto a un conjunto de creencias que no se de por razones objetivas, sino porque satisfacen intereses particulares.

Por estas razones es muy importante para el progreso del saber la crítica, expresa o implícita, de las ideologías imperantes. La crítica de la ideología supone la desmitificación del consenso como

criterio de objetividad. Todo progreso importante del conocimiento es efecto del pensamiento disruptivo, crítico.

De modo que con nuestra definición de razones objetivamente suficientes bastaría que un sujeto posible de la comunidad epistémica discrepe de ellas para que ya no lo fuera. Tendríamos que modificarla a: “Una razón es objetivamente suficiente para creer si es suficiente para un sujeto epistémico y no hay ningún otro sujeto epistémico pertinente que la juzgue insuficiente” [Villoro 1982, p.154]. Es sumamente difícil comprobar que no hay algún sujeto epistémico que juzgue una razón insuficiente. De modo que habríamos de fijarnos en la totalidad de las razones pertinentes más que en los juicios de los sujetos.

Para que un sujeto considere insuficientes las razones de otro debe: refutarlas ó que muestre incompatibilidad con otros saberes científicos aceptados. De modo que para que un sujeto S sepa que las razones de su creencia son suficientes le bastará que sus razones son suficientes para él y que no hay otras razones que pudieran controvertirlas. Llamaremos *razones suplementarias* a las que pueden revocar la creencia de S en p . Así un sujeto ya no necesita revisar si los otros sujetos posibles impugnarán sus razones, le basta analizar si no hay razones suplementarias que pudieran revocar las suyas.

Esta condición de “incontrovertibilidad” (que las razones no sean controvertibles por otras) se añadió a la definición de saber, a raíz de diversas críticas que se hicieron a la noción tradicional. Adoptaremos la definición de Marshall Swain [Villoro 1982, p.157]: “una justificación de p es incontrovertible \equiv_{def} Hay un cuerpo de razones (*evidences*) r tal que r es verdadero y r justifica p y esta justificación no puede ser revocada”

Llegamos entonces a que una condición necesaria de que un conjunto de razones sean objetivamente suficientes y justifiquen un saber es que sean *incontrovertibles*, o sea que no haya razones que puedan revocarlas. Cabe mencionar que el que no haya razones suplementarias que puedan revocar una justificación no es tomado como una imposibilidad lógica, pues sería una condición demasiado fuerte, ya que para cada creencia hay un número limitado de razones suplementarias posibles que pueden revocarlas (disponibles a sujetos epistémicos de cierta comunidad), de modo que sería casi imposible llegar a saber algo.

Saber implica entonces comparar las razones a favor o en contra de una creencia y eliminar las alternativas pertinentes que pudieran revocarlas, aunque no todas las alternativas lógicamente

posibles. Entonces debemos delimitar las alternativas que un sujeto debe considerar y descartar para poder inferir que sus razones son objetivamente suficientes. Esta consideración se da en los tres niveles de razones que pueden compartir los sujetos epistémicos pertinentes:

Cualquier saber basado en datos de observación requiere revisar los datos asequibles a la comunidad en el momento. Considerar y revisar las alternativas teóricas de interpretación y explicación disponibles para la comunidad; esto no quiere decir que se revisen todas las teorías, el nivel de saber de un momento histórico es un límite efectivo de las alternativas a considerar. La información privada no es razón suplementaria. También tienen límite las alternativas en los supuestos conceptuales básicos de una comunidad socialmente condicionada. *Todo saber está condicionado social e históricamente.*

De modo que podemos concluir que *S* tiene razones objetivamente suficientes para creer sí y sólo sí [Villoro 1982, p.166]:

1. Sus razones son suficientes (concluyentes, completas y coherentes)
2. *S* puede inferir que ningún sujeto de la comunidad epistémica pertinente tiene razones suplementarias que revoquen su creencia.

Hemos visto que indagar hacia la definición de saber nos lleva por un camino de minuciosidad de conceptos; sin embargo en la práctica no somos así. Muchas veces nos basta con creer algo “razonable” para saber que nada lo revocará. Depende del fin que persigamos con nuestro saber. Son los motivos, no las razones las que delimitan el grado de justificación para aseverar lo que sabemos. Si buscamos dar leyes generales (como en el caso de la ciencia) exigimos un cabal examen de las razones pertinentes; entre más general es nuestra creencia, requiere más escrutinio en la justificación. Aunque estrictamente hablando se usa saber sólo en las circunstancias que cumplan con su definición, lo demás es un mal uso del término.

En la ciencia no bastan las anomalías para rechazar una teoría: o se duda del experimento que la refuta o se hacen arreglos en la teoría. Si se mantiene una teoría es porque se tienen razones suficientes para creer que está objetivamente justificada: resuelve los problemas que se plantean en su campo de aplicación, es capaz de predecir ciertos hechos, tiene contenido empírico; frente a otras teorías es preferible, o no se encuentra una mejor. Las inconsistencias que se encuentran se consideran sólo aparentes y el científico se compromete a demostrar que esas razones no la

revocan¹³; de otra manera se admitiría que la teoría es controvertible. Esto se debe a que se debe mantener la justificación objetiva del saber científico. No puede pues renunciar al ideal de consistencia racional y de incontrovertibilidad de su justificación, aunque claro esta posición científica da mucho que discutir posteriormente.

Finalmente llegamos por fin a nuestra definición contemporánea de saber como modificación de la tradicional: *S* sabe que *p* sí y solo sí:

1. *S* cree que *p*.
2. *S* tiene razones objetivamente suficientes para creer que *p*.

De modo que eliminamos la mención expresa de lo verdadero, y hacemos requisito el ser objetivamente suficientes, no sólo suficientes.

Por último, debemos notar que existe una diferencia importante entre eliminar la condición de verdad de la definición de saber, y mantener en la teoría del conocimiento una concepción realista de la verdad como correspondencia, como lo hace Villoro.

Esta distinción es muy importante pues si bien, como lo muestra Villoro, en la concepción de saber conviene eliminar la condición de verdad, dentro de una teoría del conocimiento no podemos prescindir de la noción de verdad ni de una comprensión de ella, ya que sin ésta no podríamos entender cómo es que los sujetos epistémicos tienen acceso a la realidad, es decir que su conocimiento nos permite conocer hechos acerca del mundo. Villoro propone entonces al realismo ontológico como la explicación más razonable de la existencia de conocimientos justificados. [Olivé 2000, p.166].

El realismo ontológico, según Villoro, dice “Existe un mundo real, uno, cuya existencia no deriva de la subjetividad. Luego, la realidad independiente de los sujetos ha de plantearse como explicación de la intersubjetividad”. Y la liga de la intersubjetividad con la objetividad se da por medio de otra tesis: “Todo conocimiento está condicionado subjetivamente. Luego, la objetividad ha de estar ligada a la intersubjetividad”. Pero en vista del presupuesto realista ontológico, la realidad independiente de los sujetos se plantea como explicación de la intersubjetividad. [Olivé 2000, p.166]

¹³ Pues en muchos casos las inconsistencias no son razones suficientes para desechar una teoría, simplemente se toman como puntos a mejorar, pero de ningún modo contradicen la teoría.

Así, vemos que aunque la noción de verdad no es necesaria dentro de la definición de saber, sí aparece y es fundamental para la *explicación* del saber (para entender cómo es *posible* saber). Esto se debe a que hay un interés por garantizar que el conocimiento sea de la realidad. Es decir, para que exista el saber deben existir razones objetivamente suficientes, pero para que éstas existan, debe existir la realidad independiente de todo sujeto.

Más aún, de acuerdo con Villoro, como lo expresa Olivé, “debemos suponer no sólo que existe una realidad independiente de todo sujeto y todo marco conceptual, sino que la verdad es correspondencia de nuestros juicios con la realidad, y ésta es <<la única explicación racional suficiente de la objetividad de nuestras razones>>”[Olivé 2000, p.167].

Para una tesis como esta, la verdad no puede sino entenderse como *correspondencia* entre los juicios y la realidad. Esto se ha formulado así para evitar desembocar en un relativismo ontológico.

El saber se basa en razones; y “razón” es lo que “conecta” la proposición con la realidad existente. Luego, cualquier creencia basada en razones incontrovertibles, aunque sea falible, no depende para su verdad de las variables actitudes psicológicas de una comunidad, sino de las garantías que ofrezcan las razones para alcanzar la realidad. Por dependiente que sea de las comunidades subjetivas en su justificación, el saber nos “ata” a la realidad. [Villoro 1993, citado en Olivé 2000, p. 167]

Así, en la teoría del conocimiento que propone Villoro, el saber es falible. Pero si se quiere sostener que mediante el saber se “alcanza la realidad”, es decir que lo que se conoce son *hechos y objetos reales*, entonces se deben aceptar dos proposiciones [Olivé, 2000, p.167]:

- 1) De la justificación objetiva (de una proposición) podemos inferir, con razonable seguridad¹⁴, su verdad.
- 2) Esa inferencia no es necesaria. Si no aceptamos 1) ningún saber sería verdadero; si no aceptamos 2) todo saber sería infalible.

“La hipótesis de la verdad de las razones justificadas, como correspondencia con un mundo real evita el relativismo ontológico, [...] también explica la continuidad de la marcha del pensamiento científico en busca de su verdad”[Villoro, citado en Olivé 2000, p.167].

¹⁴ Pues el argumento de la justificación contiene razones objetivamente suficientes y es válida lógicamente.

De esta manera (por la justificación objetiva de una proposición) podemos tener certeza que el conocimiento nos dice algo de la realidad, pero si aseguramos esa verdad, todo saber sería infalible, de modo que no es necesario inferir la verdad para saber que hablamos de hechos reales.

Esta elucidación de conceptos epistémicos, junto con los del realismo científico y junto con la concepción realista de la verdad como correspondencia nos dejan listos para adentrarnos en el análisis principal de esta tesis: los realismos científicos de Popper y de Einstein. Es importante aclarar que el instrumental que nos da Villoro es aplicable a todo el resto de la tesis, ya que son las nociones en las que nos basamos para hablar de conocimiento.

Tomamos a estos dos personajes pues además de ser dos grandes figuras del S. XX, en ellos se expresan claramente varias de las tesis epistemológicas y de teoría de conocimiento que hemos visto hasta ahora. De modo que son dos ejemplos ilustrativos del realismo científico y de la importancia del pensamiento filosófico en torno al trabajo científico. Veremos en los siguientes capítulos el desarrollo de su pensamiento filosófico en torno a la ciencia y al realismo.

2. El realismo de Karl R. Popper.

Podemos dividir el realismo de Popper en varias facetas. Cuando se va leyendo su literatura podemos dar cuenta de que en todas ellas persisten tanto un realismo de fondo como la negación de definirlo como tal. Esto se debe a que este concepto tiene varios alcances, tanto a nivel metafísico como a nivel epistemológico, o en sus propias palabras:

I am a realist in two senses of the word. Firstly I believe in the reality of the physical world. Secondly, I believe that the world of theoretical entities is real. [Popper 1979, p. 323]

A continuación desarrollaremos ambas caras del realismo popperiano, pasando así por su argumentación en contra de otras concepciones del conocimiento: esencialismo, instrumentalismo, idealismo, solipsismo, etc.

Primero veremos que Popper considera en su libro *Conjectures and Refutations*¹⁵ que existen tres concepciones a discutir en el conocimiento humano. La primera es el de la disputa que emprendió Galileo Galilei de que la ciencia era una verdadera descripción del mundo; el segundo es la postura del instrumentalismo y la tercera es la que Popper opone a las dos primeras. En este capítulo veremos estas tres posturas para posteriormente analizar como la idea del realismo de Popper va evolucionando a través de sus obras. Por ahora veamos las tres posturas que propone en el libro *Conjectures and Refutations*.

2.1 Tres concepciones del conocimiento¹⁶.

En la ya ahora vieja historia en la que Galileo como personaje principal trató de defender un nuevo “sistema del mundo” (el copernicano) que explicaba mucho mejor el movimiento diurno aparente del Sol y la rotación de la Tierra que el sistema que se sostenía hasta ese momento; este

¹⁵ Dentro del libro *Conjectures and Refutations*, nos referimos al capítulo *Three views concerning human knowledge*, que como se menciona el libro fue publicado por primera vez en *Contemporary British Philosophy*, 3rd series, ed. H.D.Lewis, 1956.

¹⁶ Es importante resaltar aquí que según las nociones de saber que vimos con Villoro, conocer es distinto de saber. La objetividad supone, como ya mencionamos, el acuerdo posible de una comunidad epistémica; todo saber puede ser impersonal. En cambio, la garantía de acierto, en el conocer es la experiencia personal y ésta es intransferible. Según Villoro hay tipos de conocimiento diferentes, según predomine en ellos una u otra forma de encadenamiento a la realidad [Villoro 1982, p.222].

nuevo sistema era considerado (en esa época) un mejor *instrumento* de predicción. La iglesia no tenía problemas en permitir que Galileo enseñara esta teoría matemática mientras se hiciera claro que su valor era meramente instrumental¹⁷. Claro que para Galileo el valor de esta teoría iba mucho más allá que la de un instrumento de cálculo: para él era una verdadera descripción del mundo y tenía razones empíricas (basadas en observaciones en su telescopio) para creerlo y defenderlo como tal.

El gran problema de la iglesia para aceptar una “nueva visión del sistema del mundo” iba mucho más allá de las contradicciones con el Viejo Testamento. Esto fue señalado por el Obispo Berkeley en su crítica a Newton un siglo después, como destaca Popper. Berkeley veía el peligro que la nueva ciencia traía para la fe religiosa, ya que los pensadores de esta ciencia veían en su éxito el poder del intelecto humano, que sin ayuda de la revelación divina podía descubrir los secretos del mundo [Popper 1963, p.132]. De modo que Berkeley decide convenientemente que la teoría de Newton era tan sólo un instrumento matemático para los cálculos y predicciones de los fenómenos y que de ningún modo podría ser tomada como una descripción de algo real.

Esta crítica fue tomada por los filósofos y pensadores de gran renombre (Hume, Kant) más que por los físicos; se debatieron diversas posturas acerca del conocimiento con grandes alcances en el ámbito filosófico. Kant, por ejemplo, defiende la posibilidad del conocimiento puro, otros dicen que sólo puede existir el conocimiento *instrumentalista*¹⁸. Muchos físicos siguieron con la postura de Galileo en la búsqueda de la verdad, con algunas excepciones como Mach ó Poincaré; hasta la época de Popper en que la postura *instrumentalista* se tomó (sin mayor debate a los ojos de Popper) como un “dogma aceptado por la mayoría de los físicos teóricos (aunque ni Einstein, ni Planck, ni Schrödinger la aceptan) y parte del modo como se enseña la física”[Popper 1963, p.134].

¹⁷ Galileo debía entrar en la línea de Andreas Osiander quien escribió en el prefacio al libro de Copérnico *De revolutionibus*: “There is no need for these hypotheses to be true, or even to be at all like the truth; rather, one thing is sufficient for them- that they should yield to calculations which agree with observations” [Popper 1963, p.131]

¹⁸ En esta postura se ve que el conocimiento es poder y la verdad es su utilidad. [Popper 1963, p.133]

Todo esto se podría interpretar como una gran victoria sobre el “realismo ingenuo”. Para Popper, la mayoría de los físicos que han aceptado esta postura instrumentalista lo han hecho inconscientes de que es una postura filosófica; mucho menos conscientes de que rompen con la tradición Galileana (o evitando pensar seriamente los argumentos de esta postura). Por el contrario, muchos piensan que se han deshecho de la verborrea filosófica sin sentido; de modo que como físicos les importan dos cosas [Popper 1963, p.134]:

1. El dominio del formalismo matemático (el instrumento).
2. Sus aplicaciones.

De modo que la adopción de la postura instrumentalista se debe básicamente a este desprendimiento de las cuestiones filosóficas, no a la contundencia de los argumentos filosóficos que la acompañan. Popper sostiene que esto devino de la coincidencia de dos factores que a continuación desarrollaremos.

El primero de ellos es la dificultad en la interpretación del formalismo de la teoría Cuántica. Niels Bohr, en 1927 introdujo el llamado “principio de complementariedad” con el cual se pueden evitar las contradicciones que suelen surgir entre las diversas interpretaciones del formalismo en la Mecánica Cuántica. La propuesta es que los fenómenos se pueden analizar de forma separada cuando se presentan propiedades contradictorias, así que cada experimento es consistente con la teoría que le corresponde y es establecido en base a ella¹⁹. Esto es para Bohr lo más que se puede obtener y se debe renunciar al deseo de obtener más; pues para mantener la consistencia no se debe interpretar más allá de dominar el formalismo y relacionarlo con sus casos de aplicación. De modo que Popper analiza que en este primer factor, la postura instrumentalista fue usada de una forma *ad hoc* para escapar de las contradicciones que la Cuántica suscitaba.

El segundo factor que menciona Popper es que hubieron grandes logros en las aplicaciones de la teoría atómica; estos logros corroboraban las teorías y se veía su gran utilidad, aunque no era una prueba contundente para aceptar la postura instrumentalista.

¹⁹ Basándose en este principio, se pudo concluir que la luz presentaba una dualidad onda-partícula mostrando propiedades mutuamente excluyentes según el caso.

Popper sostiene que uno de los más importantes ingredientes de la civilización occidental es la “tradición racional” que heredamos de los griegos. Esta es la tradición de la discusión crítica en búsqueda de la verdad, de entender mejor el mundo en el que vivimos y la tradición que fundó Galileo fue su renacimiento. En las propias palabras de Popper:

Within this rationalist tradition science is valued , admittedly, for its practical achievements; but it is even more highly valued for its informative content, and for its ability to free our minds from old beliefs, old prejudices, and old certainties , and to offer us in their stead new conjectures and daring hypotheses. Science is valued for its liberal influence- as one of the greatest of the forces that make for human freedom. [Popper 1963, p. 136-137]²⁰

De este modo la ciencia trata de explicar lo “conocido con lo desconocido”²¹, creando nuevas conjeturas, examinándolas y descubriendo así hechos que se adhieren a nuestro conocimiento (la electricidad, los átomos y su funcionamiento, etc.) y que son mucho más que simples instrumentos: son conquistas intelectuales de la mente acerca del mundo.

Pero hay otra visión de esto, hay quienes según Popper, opinan que la ciencia no es más que meros artilugios glorificados (*glorified gadget-making*) con mucha utilidad pero con un gran peligro para la cultura; que sus descubrimientos no son más que invenciones mecánicas y sus teorías son simplemente instrumentos. En esta postura, la ciencia no revela nuevos mundos detrás de la experiencia; pues el mundo es lo que se ve: no tiene profundidad. *The World is what appears to be. Only the scientific theories are not what they appear to be*²². [Popper 1963, p.138]. Así, en esta postura una teoría científica no explica ni describe el mundo sino que es un instrumento. Aunque esta es sólo una parte de la postura, hoy en día es importante el papel de los técnicos y de los ingenieros en el desarrollo de las aplicaciones de estos instrumentos. Esto se debe a que el descubrimiento de que la ciencia no es conocimiento indudable (*episteme* puro) ha llevado a la visión de que su *techne* (técnica) sí lo es; aunque para Popper lo correcto es su tesis

²⁰ “En esta tradición racionalista la ciencia es valorada por sus logros prácticos, pero lo es más por su contenido informativo, y por su habilidad para liberar a nuestras mentes de viejas creencias, prejuicios y certezas, y por ofrecernos en su lugar nuevas conjeturas e hipótesis arriesgadas. La ciencia es valorada por su influencia liberal, como una de las grandes fuerzas que impulsan la libertad humana”. Traducción de la autora.

²¹ Para Popper lo conocido es lo observable y lo desconocido es lo que no podemos observar que es con lo que la ciencia se trata de explicar la realidad (las conjeturas, las teorías)[Popper 1963, p.235].

²² El mundo es lo que aparenta ser. Sólo las teorías científicas no son lo que aparentan ser. (Traducción de la autora)

de que la ciencia consiste de *doxai* (opiniones, conjeturas) controlada por discusión crítica y por su técnica experimental.

Estas razones son las que fundamentalmente llevan a Popper a defender gran parte de la postura Galileana contra el instrumentalismo; aunque no la defiende por completo. Veremos pues en las siguientes cuartillas cómo Popper ataca la idea de que la ciencia puede dar una explicación última de las esencias (esencialismo); dando en este punto razón al ataque instrumentalista. Y finalmente proponiendo una tercera postura que parte de la crítica de los puntos controvertibles de ambas posturas (esencialismo e instrumentalismo).

2.11 La explicación por esencias.

El esencialismo, como lo llama Popper, es parte de la filosofía Galileana de la ciencia que consiste de las siguientes tres doctrinas [Popper 1963, p. 139]:

1. El objetivo de los científicos es encontrar teorías verdaderas de la descripción del mundo y sus regularidades, las cuales deben ser también una explicación de los hechos observables.
2. Los científicos pueden tener éxito en establecer la verdad de estas teorías más allá de toda duda razonable. Aunque para Popper esta posición requiere la corrección de que todas las teorías son conjeturas (*doxa*), no conocimiento indudable (*episteme*). Hay teorías que pasan los más severos exámenes y que se mantienen firmes, aunque no se puede dudar que puede haber una nueva teoría que la supere en algún momento.
3. Las mejores teorías científicas describen la “esencia” o la “naturaleza esencial” de la realidad que hay detrás de las apariencias de las cosas. Estas explicaciones son las finales, las definitivas y el encontrarlas es el objetivo de todo científico.

Esta tercera doctrina, en conexión con la segunda, es la que Popper llama *esencialismo*. Pero la visión de que el objetivo de los científicos es descubrir la esencia oculta de las cosas es lo que los instrumentalistas atacan y en ello Popper se les une. Para algunos instrumentalistas no hay tal cosa como una esencia de lo físico, otros creen en esencias espirituales y hay quienes creen que sí

hay esencias pero que la ciencia humana no las pueden descubrir, aunque quizá sí acercarse a ellas. Todos ellos están de acuerdo en que no hay una explicación definitiva y para ellos, como no hay esencias ocultas y las teorías no describen nuestro mundo de experiencias común; su conclusión es que son simples instrumentos. Al desarrollo del conocimiento teórico ellos lo ven como el mejoramiento de los instrumentos.

Popper está de acuerdo con la postura de rechazar el esencialismo, aunque para él hay distintas razones. Los instrumentalistas también rechazan la segunda doctrina, puesto que un instrumento no puede ser verdadero. Popper en este sentido está de acuerdo en que no hay certeza en las teorías, ya que éstas siempre pueden ser refutadas pues los exámenes nunca pueden ser exhaustivos. Aunque para él las teorías están conjeturadas para ser verdaderas, aunque siempre están propensas a ser falseadas; de modo que nunca se llega a verdades últimas.

Las razones por las que Popper se opone al esencialismo es más bien por la idea de que la ciencia tiene como objetivo una explicación última; es decir una explicación que no pueda ir más allá en sus explicaciones. Popper cree que en efecto hay mucho que descubrir del mundo que aún nos es oculto. Así, lo que trata de mostrar es que hay un carácter oscurantista en la idea de las esencias y que esta idea no se debe asumir pues obstaculiza el trabajo del científico: si se toma a una teoría como el descubrimiento de la esencia, se previene que se hagan preguntas alrededor de ella, preguntas que pueden llegar a ser muy fructíferas para el desarrollo del conocimiento en el tema; es decir que se obstaculiza la discusión crítica. Es así que Popper descarta el esencialismo.

2.12 Teorías como instrumentos.

La teoría instrumentalista tiene la gran atracción de ser simple y modesta en comparación con el esencialismo. Así como en el esencialismo se debe distinguir entre el universo de los fenómenos observables, el universo de la realidad esencial y el de la representación simbólica; en el instrumentalismo el de la realidad esencial (la realidad detrás de las apariencias) queda eliminado. De modo que si hay dos fenómenos a y b en el mundo de la experiencia y α y β dos descripciones o representaciones simbólicas de éstas y ϵ es la teoría que explica la conexión entre α y β ; ϵ sólo es un instrumento que nos ayuda, no representa nada real. Podemos tomar como

ejemplo un simple caso newtoniano de atracción entre dos cuerpos (a y b), las “fuerzas atractivas” serían parte de ϵ , que explican la relación entre las fórmulas α y β ; aunque en realidad las fuerzas no existen en el mundo (no son objetos reales). Así, para el instrumentalista las teorías son útiles para trabajar y manipular fenómenos naturales, pero las entidades no observables postuladas para explicarlos no existen.

Para Berkeley el argumento más fuerte a favor del instrumentalismo estaba basado su filosofía nominalista del lenguaje: las expresiones como “fuerzas de atracción” no tienen significado, pues jamás pueden ser observadas; lo que se puede observar son los movimientos en sí, no las causas ocultas²³ que los provocan. Popper critica esta postura del significado de las palabras como demasiado rigurosa puesto que muchos términos disposicionales (*dispositional terms*) tales como frágil (*breakable*) carecerían de significado. Pero sería problemático, dice Popper, clasificar estas expresiones como sin sentido, aunque para los instrumentalistas, esto no es necesario pues basta analizar el significado de los términos no disposicionales y los disposicionales; esto revelará que los primeros tienen un significado, aunque no descriptivo (como los disposicionales). La función de los enunciados disposicionales no es reportar ocurrencias en el mundo, su función es rendir cuenta de la licencia que nos dan para hacer inferencias o para argüir acerca de hechos; pero no tienen valor descriptivo. Las leyes de la ciencia son entonces disposicionales, son instrumentos que nos sirven para hacer predicciones observables pero que en sí no describen nada. [Popper 1963, p.146-148].

Para Popper el análisis de Berkeley vía el lenguaje es ambiguo y no ofrece soluciones claras. Popper propone en cambio analizar la ciencia y no el lenguaje. El instrumentalismo propone que las teorías de las llamadas ciencias “puras” *no son nada más que* un instrumento, reglas de inferencia del mismo carácter que las de las ciencias “aplicadas”. Popper presenta un argumento en contra del instrumentalismo que consiste en mostrar que existe una profunda diferencia entre las teorías “puras” y las tecnológicas o “aplicadas”; y que el instrumentalismo puede perfectamente describir estas últimas pero no puede diferenciar entre ellas y las teorías. El gran problema gira en torno a las palabras “nada más que” pues nadie que sostenga que las teorías

²³ Berkeley sostiene que: “To be is to be perceived” [Popper 1963, p. 155]

científica son auténticas conjeturas sobre el mundo discutirá que también pueden ser consideradas como instrumentos para predicciones y otras aplicaciones.[Popper 1983, p.152]

Desarrollemos este argumento. Las diferencias funcionales entre las reglas de cálculo (como para volar un avión) y las teorías científicas (como las de Newton o Einstein) se pueden exhibir fácilmente. Lo primero que debemos notar es que las relaciones lógicas entre teorías y entre reglas sistemáticas no son simétricas. Las teorías son sistemas deductivos, de los que se afirma conjeturalmente que son válidos en todo lugar y en todo tiempo. Al contrario, las reglas de computación tienen una validez práctica limitada, además de que las reglas pueden estar basadas en una teoría y lo contrario nunca sucede. Adicionalmente, las reglas de computación se escogen por su utilidad: “puede descubrirse que una teoría sea falsa, pero puede seguir siendo útil para fines de computación”[Popper 1983, p.154]. En este sentido también las habilidades que se necesitan para una y para la otra son sumamente disímiles.

Lo segundo es que la manera en que las reglas computacionales son *probadas* y la manera en que las teorías son *examinadas* es también muy distinta. Las teorías son examinadas con tentativas para refutarlas y de las que se puede aprender considerablemente, mientras que en el caso de las reglas de cálculo no hay nada que corresponda al intento de refutación. Los intentos para refutar una teoría son experimentos cruciales donde se espera que la teoría falle, si no lo hace la corrobora aunque no la verifica definitivamente. Ahora, en el caso de los instrumentos o reglas de cómputo, no existen realmente pruebas para refutarlo: podemos probar en donde se aplica y en donde no, de modo que encontramos límites de aplicación; pero aún refutada en cierto ámbito (o habiendo ámbitos donde no se aplica), continúa utilizándose en algún otro, no la descartamos (como a una teoría realmente refutada).

De este modo los instrumentos (también las teorías como instrumentos) no pueden ser refutadas. Entonces el instrumentalismo no puede dar razón de exámenes que son intentos de refutación y no puede ir más allá de que diferentes teorías tienen diferentes rangos de aplicación. Pero esto implica, según Popper, que no puede evaluar el progreso científico. Así pues un instrumentalista no sostendría que la teoría de Newton fue falseada en ciertos ámbitos por experimentos cruciales que no falsearon la de Einstein, de modo que la teoría de Einstein es mejor que la de Newton en

algunos ámbitos de aplicación. El instrumentalista diría que la mecánica clásica es correcta en donde sus conceptos son aplicables. Esto, en las propias palabras de Popper implica que “descuidando la falsificación y haciendo énfasis en la aplicación, el instrumentalismo se prueba tan oscurantista como el esencialismo. Pues sólo buscando refutaciones la ciencia puede avanzar [...] y puede distinguir entre mejores y peores teorías para establecer un criterio de progreso”[Popper 1963, p.152. Traducción de la autora].

En este sentido Popper critica fuertemente al instrumentalismo porque se puede usar *ad hoc* para rescatar una teoría de caer en contradicciones, pero no puede establecer la importancia en la ciencia de probar severamente las más remotas implicaciones de sus teorías (o las conjeturas más profundas que llevan a descubrir nuevos campos de conocimiento), pues no reconoce el interés de los científicos de distinguir entre lo verdadero y lo falso; sino sólo les atribuye una complacencia en el éxito de su aplicación.

De hecho, las teorías pueden abrir nuevos campos de investigación que el instrumentalista podría llamar instrumentos para la exploración, lo que implica que hay una realidad que explorar y en este caso puede ser descrita verdadera o falsamente, que es justamente lo que Berkeley negaba. Es posible que haya un tipo de instrumentalismo distinto, que combinado con el realismo metafísico diría que existe una realidad en la que podemos operar por medio de los instrumentos (las teorías) que no son nada más que artefactos (no son descripciones de la realidad).

Para Popper la teoría del instrumentalista es anti-racionalista. Popper expresa explícitamente su desprecio a esta visión en esta cita:

La tendencia del instrumentalista es anti-racionalista. Implica que la razón humana no puede descubrir ningún secreto de nuestro mundo. De modo que no sabemos más sobre el mundo hoy de lo que sabíamos hace cuatrocientos años. Nuestro conocimiento de los hechos no ha aumentado: sólo nuestra habilidad para manejarlos y nuestro conocimiento sobre cómo construir artefactos. No hay revolución científica, según el instrumentalismo: sólo hay revolución industrial. No hay verdad en la ciencia: sólo utilidad. La ciencia es incapaz de iluminar nuestras mentes: sólo puede llenarnos la barriga. [Popper 1983, p.163]

2.13 La postura de Popper: Conjeturas, verdad y realidad

Esta postura preserva la idea de Galileo de que el científico tiene como objetivo dar una descripción verdadera del mundo aunque nunca se puede estar seguro de haber encontrado la verdadera y última teoría. La tesis de Popper es entonces que las teorías son conjeturas genuinas acerca del mundo que aunque no son verificables (capaces de ser probadas como verdaderas), se pueden someter a pruebas críticas.

Esta tesis va en contra de la idea esencialista de encontrar al esencia última de la realidad, pues las teorías siempre pueden ser mejoradas por teorías que hayan pasado varias y mejores pruebas, *no hay un fin a este proceso*; la realidad del mundo se puede ver en varias capas o niveles de realidad, todos ellos igual de reales como aspectos del mundo. No puedo decir que al ver una hoja en un microscopio estoy viendo su parte más real, ambas son reales, sólo son distintos niveles; algunos niveles son más abstractos y probables que otros. Aunque decimos que estos niveles son todos reales, hay según Popper algunos ciertamente más reales que son los más conjeturales: son más estables, más permanentes; sin duda la flor es más real que su composición atómica. Aunque en seguida surge la duda: entonces, ¿no deberíamos llamar “reales” solamente a los hechos que se describen por oraciones verdaderas y no a las conjeturas que pueden resultar falsas? Esto nos lleva claramente a la visión instrumentalista de que las teorías no describen nada real. ¿Pero a qué llamaremos real?

Popper acepta el punto de vista de A. Tarski en la que se llama real a un conjunto de hechos que son descritos por expresiones verdaderas²⁴. Ahora, debemos recordar que las conjeturas apelan a ser verdaderas y justamente por eso una refutación acertada es la que muestra que no concuerda con la realidad. Las falsificaciones son entonces los puntos en donde se alcanza la realidad y la mejor teoría es la que más falsificaciones cruciales supera, y por tanto se le puede tomar como provisionalmente verdadera (ya que nunca se puede tomar como verdad última). Una teoría que no se somete a pruebas desprende grandes sospechas de que sea un mito. Así la mejor teoría se defenderá ante todas las refutaciones que se le hagan en el campo. *Si una teoría es examinable (testable), entonces implica que no pueden ocurrir eventos de cierta clase y así hace valer algo*

²⁴ Tarski define como verdadera a aquella oración declarativa perteneciente a un lenguaje específico que tiene correspondencia con la realidad. [Villoro 1982, p.176, Popper 1979, p.335]

acerca de la realidad [Popper 1963, p.157. Traducción de la autora]. Así Popper argumenta contra la postura instrumentalista y concluye que en efecto las teorías, a pesar de ser conjeturales, al ser examinables son acerca de la realidad. De esta manera Popper está de acuerdo con el esencialismo en el sentido de que la ciencia sí es capaz de hacer descubrimientos reales; lo que hay que aceptar es que no llegamos nunca a la última teoría, a la verdadera. Todas las teorías pueden evolucionar, al igual que los niveles de realidad que entendemos del mundo.

Otro punto en contra de la teoría instrumentalista es que no da razón de los descubrimientos de nuevos eventos; ya que si las teorías son meros instrumentos, sólo pueden darse predicciones de cosas que ya están determinadas. A las cosas que no se esperaban se las ve como descubrimientos. Pero para Popper casi todos los descubrimientos están guiados por las teorías y ellas hacen que al intentar refutarlas o probarlas, surjan nuevas observaciones.

Aunque este punto es importante, Popper cree que el contraste más interesante de su propuesta con el instrumentalismo es acerca de los términos disposicionales. Popper postula que todos los universales son disposicionales aunque hay grados del carácter disposicional de un concepto, pone el ejemplo de que “capaz de conducir electricidad” es más disposicional que “conduciendo electricidad en este momento”. Estos grados corresponden cercanamente al grado conjetural de una teoría. De modo que no tiene sentido negar la realidad de los términos disposicionales, ni por ende de las teorías. Tampoco tiene sentido separar términos observables de los teóricos, pues todos los términos son teóricos hasta cierto punto.

De este modo queda claro que su tercera postura critica tanto al esencialismo como al instrumentalismo para tender más hacia el realismo, aunque en este punto aún no lo define como tal. A continuación veremos más el desarrollo de este término dentro de su filosofía y las diversas acepciones que puede ir tomando.

2.2 El desarrollo del realismo de Popper.

A pesar de que Popper nunca da una definición del realismo, a lo largo de su obra va dando argumentos a favor de éste, para dejar clara su postura a favor del realismo en contraste con otras posturas como el idealismo; o como ya vimos con el esencialismo o el instrumentalismo. Veremos a continuación parte de dichos argumentos en su libro *Conocimiento Objetivo, un enfoque evolucionista (revised edition)*²⁵.

Podríamos resumir lo que el idealismo postula como que el mundo es simplemente un sueño. Es claro observar que esta aseveración es irrefutable pues cualquier intento para convencer de que no es así, como patear a la persona que lo defiende, puede ser respondido como que esa patada es parte del mismo sueño; de modo que nunca se puede dar un argumento contundente que lo refute. Del mismo modo Popper sostiene la tesis de que el realismo no es demostrable ni refutable: el realismo como todo aquello fuera de la lógica y la aritmética simple no es demostrable; pero mientras las teorías científicas son refutables, el realismo no lo es [Popper 1979, p.38]. De esta manera no podemos dar argumentos conclusivos a favor del realismo pero sí podemos dar argumentos a su favor, o en contra del idealismo.

Lo primero que debemos ver es que el realismo es parte del sentido común. Elaboraremos este punto pues Popper confiere al sentido común el lugar de partida (*starting point*) de la filosofía, de la ciencia y del pensamiento racional. Aunque admite lo inseguro de este punto de partida por su vaguedad e inestabilidad, pues “no queremos construir un sistema seguro en estos fundamentos”[Popper 1979, p. 33], sin embargo insiste en que el conocimiento basado en los antecedentes del sentido común debe ser criticado en cualquier punto y no tomarse como algo ya fijo. Sobre esta crítica se puede ir construyendo: el punto de partida es el sentido común y el gran instrumento para el progreso es la crítica. Popper sostiene en discrepancia con otros filósofos que creen que las experiencias de carácter experimental son un punto de partida seguro, que no hay nada directo ni inmediato en nuestra experiencia: todo lo debemos aprender a interpretar o descifrar. De hecho, aprendemos a descifrar tan bien que creemos que son experiencias directas,

²⁵ Dentro del libro encontramos un ensayo expandido de 1970, llamado “Two faces of common sense: An argument for commonsense realism and against the commonsense theory of knowledge”. [Popper 1979, p. 32-105]

pero sabemos bien que hay un proceso muy complicado detrás; como al leer un libro: no es que recibamos algo dado a partir de la lectura, sino que nos hemos entrenado tan bien que lo que interpretamos nos parece inmediato. Así, los errores al percibir son posibles y nada garantiza la certeza, aunque muchas veces esa inmediatez al descifrar funciona perfectamente para propósitos prácticos. Popper sostiene que la búsqueda de la certeza absoluta debe ser dejada atrás.

El realismo es esencial para el sentido común. El sentido común distingue (o aprende a distinguir) entre la realidad y la apariencia. Distinguimos perfectamente entre la imagen reflejada en un espejo y la realidad de ésta; aunque debemos admitir que hay muchos niveles de realidad que no son tan inmediatos como lo es un árbol que tenemos enfrente de nosotros; un dolor de estómago o una migraña es un ejemplo de otro tipo de realidad. Aunque en todos estos ejemplos hay un supuesto de realidad y de sentido común detrás.

Sigamos pues con los argumentos a favor del realismo. Popper menciona que la mayoría de los argumentos en contra del realismo están basados en una parte del sentido común que se ha aceptado sin crítica alguna, a esta parte de la teoría del conocimiento que se encarga del análisis del sentido común (*commonsense theory of knowledge*) es a la que Popper llama “*the bucket theory of the mind*”²⁶. Esta teoría en realidad se conoce como tabula rasa en filosofía y se reduce a que la mente es una pizarra vacía en la cual los sentidos graban sus mensajes [Popper 1979, p. 61. Traducción de la autora]. Por lo tanto en esta teoría los sentidos son nuestras fuentes de conocimiento, y la información que recibimos se acumula y se digiere en nuestra mente (la cubeta) que originalmente está casi vacía (o totalmente); la suma total de las observaciones ordenada y digerida sería entonces nuestro conocimiento. Para Popper esta teoría es ingenua y completamente errónea, aunque a pesar de lo estrecha que es en su concepción del conocimiento, su principal y más grave falla es que en ella se implica que estamos orientados a la búsqueda de la certeza. Esto lleva a dar por una base segura de conocimiento nuestras experiencias inmediatas, aunque esto no es así.

Como ya mencionamos anteriormente, aprendemos a decodificar la naturaleza desde niños en un proceso muy complicado, la conjetura de Popper es que tenemos una disposición innata a

²⁶ Teoría de la mente como cubeta. Traducción de la autora.

relacionar los mensajes que recibimos (experiencia) con un sistema coherente y ordenado: la realidad. “En otras palabras, nuestro conocimiento subjetivo de la realidad consiste en madurar esas disposiciones innatas”[Popper 1979, p.63], es decir, a darles forma racional para poder así entender mejor el mundo que nos rodea. Pero este aprendizaje se da por un proceso de prueba y error que vamos mejorando hasta que casi se vuelve inmediato. Así, la idea de recibir de la naturaleza datos inmediatos con una gran certeza es errónea aunque sea parte del sentido común. El conocimiento inmediato que recibimos es información que aún no hemos digerido y que puede tomar mucho tiempo y esfuerzo el hacerlo. A pesar de que como sistemas biológicos logramos captar la naturaleza con gran eficiencia, todos podemos fallar al decodificarla; así que de ningún modo se puede tomar a la experiencia de los sentidos como dogma de la certeza del conocimiento experimental o directo.

Una vez explicada esta “teoría de la cubeta”, podemos ver que todo argumento basado en ella en contra del realismo será equívoco.

Otro argumento a favor del realismo es, claramente, la ciencia. A pesar de que hay muchos científicos que no son realistas; podemos afirmar que todas las teorías físicas, biológicas o químicas implican realismo; en el sentido de que si son verdaderas, entonces el realismo también lo es [Popper 1979, p.40]. Por esto es que mucha gente habla de “realismo científico” aunque como no se le puede someter a pruebas Popper lo prefiere llamar *realismo metafísico*²⁷. De cualquier modo hay muy buenas razones para decir que el objetivo de la ciencia es describir y explicar la realidad con la ayuda de teorías conjeturales que tomamos como verdaderas aunque nunca se les puede considerar como ciertas a pesar de que sean las mejores que haya en su campo. El éxito de este método es que cada vez nos acercamos más a la verdad, es decir, a descripciones correctas del mundo o aspectos de la realidad (aunque nunca llegemos realmente a alcanzar una última descripción).

El siguiente argumento a favor del realismo puede prescindir de todos los argumentos que parten de la ciencia para enfocarnos en los del lenguaje. Cualquier discusión acerca del realismo se debe dar en un lenguaje, pero los lenguajes son esencialmente descriptivos y una descripción se refiere

²⁷ Ahondaremos en este concepto más adelante. Debemos aclarar que el criterio de demarcación entre lo metafísico y lo científico según Popper es su capacidad de ser falsables o no.

siempre a uno o varios hechos que pueden ser reales o imaginarios. Ahora, “*si un conjunto de hechos es imaginario entonces su descripción es simplemente falsa y su negación es una verdadera descripción de la realidad, en el sentido de Tarski*” [Popper 1979, p.41. Traducción de la autora]. Este argumento es fuerte y racional pues todo lenguaje, descripción o argumento es acerca de alguna realidad, lo cual presupone al realismo, aunque no podemos decir que refute el idealismo.

Otro punto importante en contra del idealismo y del porqué aparece como absurdo es que prácticamente está diciendo que al ser todo un sueño propio, el creador del mundo es mi mente²⁸; de modo que se produce una megalomanía que Popper no está dispuesto a aceptar. El realismo es pues la conjetura más sensata que se puede tomar y que nos da pie a una búsqueda de adaptación a la realidad por medio de nuestro *conocimiento subjetivo* que es completamente propenso a fallar. Al mismo tiempo, la discusión de verdad o falsedad de las teorías se volvería irrelevante si no existiera una realidad con la cual pudiéramos contrastarlas, no nos interesaría llegar a consensos de ningún tipo si todo fuera parte simplemente de mi mente. Lo único que buscamos es acercarnos a la verdad, no establecer certezas absolutas.

“Thus, there is nothing like absolute certainty in the whole field of our knowledge²⁹” [Popper 1979, p.77]

Aclaremos que conocimiento subjetivo es aquel poseído por un sujeto que conoce. Esta noción data desde Descartes que decía que conocer es una actividad que presupone a un sujeto que conoce. *Es el ser subjetivo el que conoce*. [Popper 1979, p.73]. Popper propone distinguir entre el conocimiento subjetivo y el conocimiento objetivo que consta del contenido lógico de las teorías y conjeturas. En este ensayo dentro del libro *Conocimiento Objetivo* al que nos hemos referido Popper propone sus famosos tres mundos: el mundo físico³⁰ (“mundo 1”), el mundo de nuestras experiencias conscientes (“mundo 2”) y el mundo del contenido lógico de libros, memorias computacionales, etc. (“mundo 3”).

²⁸ Aquí veríamos que las nociones de saber y creencia que vimos con Villoro no tendrían sentido, pues éstas adquieren relevancia al hablar de terceras personas.

²⁹ “Así, no hay nada como la absoluta certeza en todo el como de nuestro conocimiento”. Traducción de la autora.

³⁰ Lo que llamamos realidad. Al establecer este mundo Popper da por supuesto el realismo.

Es importante ver que el “mundo 3” es ignorado en la teoría del conocimiento que examina al sentido común, de manera que ignora el conocimiento objetivo. En el “mundo 3” se pueden descubrir nuevos problemas que existían antes de que se les descubriera o antes de que fueran concientes (antes de que tuvieran alguna correspondencia con el “mundo 2”). De modo que de cierto modo el “mundo 3” es autónomo: en este mundo podemos hacer descubrimientos teóricos como en el “mundo 1” podemos hacer descubrimientos geográficos. Por otro lado, nuestro conocimiento subjetivo consciente (“mundo 2”) depende del “mundo 3”, o sea en *teorías lingüísticamente formuladas*. De modo que la consciencia plena de uno mismo depende de las teorías que se tienen desarrolladas en un lenguaje³¹ (“mundo 3”) y es por ello única del humano, diferenciándolo así de los animales [Popper 1979, p.74].

Es de gran relevancia notar que en la tesis de Popper, dentro del “mundo 3” sólo una pequeña parte del conocimiento puede tener certezaQ, esta parte es el conocimiento demostrable que abarca la lógica formal y la aritmética finita. Por otra parte, la parte del conocimiento objetivo que abarca las ciencias naturales es esencialmente conjetural o hipotética, no hay razones suficientes para demostrar que son verdaderas, este punto es de vital importancia para luchar contra los dogmas que establecen a lo científico como inapelable. De modo que en la teoría del conocimiento que indaga el sentido común, la cual dice que el conocimiento son creencias justificadas, el conocimiento científico no caería dentro del concepto del conocimiento, pues es tan sólo conjetural. Esto para Popper indica la gran carencia de esta teoría del conocimiento, además claro, de su errónea búsqueda de certezas de la que ya hemos hablado.

Es importante notar ahora el carácter real de estos tres mundos. De hecho, citando a Popper podemos ver claramente que no hay duda de que no sólo los objetos materiales son reales:

Hay muchos tipos de realidades. El tipo más obvio es el de los alimentos o bien el de los objetos más resistentes [...] como piedras, árboles o personas humanas. Pero hay otros tipos de realidad muy distintos como la decodificación subjetiva de nuestras experiencias sobre los alimentos, piedras, árboles y cuerpos humanos. El sabor y el peso es también otro tipo de realidad, al igual que las propiedades de los árboles y de los cuerpos humanos. Hay ejemplos de otros tipos de este universo como son, un dolor de muelas, una palabra, el lenguaje, una novela o una decisión

³¹ Popper se refiere a teorías del tiempo, de la memoria de experiencias pasadas, de nuestro cuerpo en su interacción con el mundo, etc.

gubernamental; una demostración válida o inválida; tal vez, fuerzas, tendencias, estructuras y también regularidades. [Popper 1979, p. 37. Traducción de la autora]

Según la teoría subjetivista del conocimiento no hay conocimiento sin un sujeto que conozca, además de que afirman que sé lo que sé a partir de la experiencia de lo sentidos. Pero hay un ejemplo en contra de esta teoría que Popper da en el libro *Realismo y el objetivo de la ciencia*³² que nos dice que el conocimiento científico no es *mi* conocimiento pues yo sólo se un poco de todo lo que se sabe en la ciencia, dentro de esas *migajas* (como las llama Popper) que conforman mi conocimiento son pocas las que son enteramente consecuencia de *mi propia experiencia*, más bien son el resultado de que haya adquirido ciertas tradiciones en parte consciente y en parte inconscientemente; de manera que no están más vinculadas a mi experiencia sensorial directa de lo que lo están algunas creencias metafísicas. Todo esto le da pie a creer en la gran importancia de su “mundo 3” y claro, de seguir siendo un realista, al menos mientras no haya otra opción que le haga cambiar de opinión.

Popper no esta en contra del empirismo en general sino de la parte subjetivista del conocimiento que afirma que el origen de todo conocimiento está en mis experiencias observacionales subjetivas. Como ya hemos mencionado antes, conocer no es simplemente observar, se requieren muchos procesos de decodificación y en la gran mayoría de las ocasiones las observaciones están impregnadas de teorías de las cuales ya tenía el conocimiento previo a cualquier observación: las observaciones son significativas sólo en el contexto de las expectativas, las hipótesis y las teorías que se tengan . Muchas veces estas teorías son pasadas por tradición (como información objetiva del “mundo 3”), un claro ejemplo sería la Ley de gravitación que se enseña a nivel preparatoria.

El conocimiento científico, en este sentido objetivo puede ser estudiado, asimilado, criticado o aplicado. Una parte puede ser creída fervientemente o considerada como una conjetura aproximada; hay muchas actitudes subjetivas divergentes y muchas formas de reaccionar ante las tradiciones. [Popper 1983, p. 135]. Una de las partes que son importantes en el conocimiento objetivo es que nos ayuda a formar algunas de nuestras convicciones subjetivas (por medio de una actitud crítica). Es significativo destacar que Popper da una gran importancia a la relación

³² Popper 1983, p. 132

que hay entre el conocimiento objetivo y el subjetivo, pero lo que critica fervientemente es la idea de que el conocimiento es puramente subjetivo, que aprendemos por el cúmulo de observaciones (la teoría de la mente como cubeta). Pero no, nuestro conocimiento no puede ser más que a base de prueba y error en base al contraste de nuestras conjeturas con la realidad, que asumimos como existente (“mundo 1”).

Todo nuestro conocimiento es interpretación a la luz de nuestras expectativas, nuestras teorías, y es por tanto, hipotético de una u otra manera [...] En otras palabras, si el realismo es verdadero, no podemos esperar tener *más que* un conocimiento conjetural: el milagro es más bien que hayamos tenido tanto éxito en nuestra búsqueda de conjeturas. [...] El realismo, pues, nos explica porque la situación de nuestro conocimiento es necesariamente precaria. Si por otro lado, alguna forma de idealismo es verdadera, entonces puede ocurrir cualquier cosa y, por tanto, posiblemente, también lo que de hecho ocurre. Así el realismo es la más fuerte de las dos teorías metafísicas, desde un punto de vista lógico. Es preferible por razones lógicas: el idealismo metafísico resulta estar falto de todo poder explicativo. [Popper 1983, p. 142, 143]

El conocimiento objetivo, destaca, *es una institución social* trascendental en nuestros días. Como institución social es resultado de acciones humanas pero tiene un incentivo ideal que es aportar desarrollo al conocimiento objetivo (la ciencia), aunque no podemos dejar de mencionar las intenciones económicas y políticas que actualmente tienen detrás los desarrollos científicos .

Es importante detenernos aquí a examinar el término “realismo metafísico”³³ que mencionamos anteriormente. El realismo metafísico de Popper es coherente con su teoría del conocimiento que como ya hemos mencionado asegura que ninguna teoría (por más intentos de falsación que haya pasado) puede ser tomada como una verdad absoluta acerca del mundo. Aunque esto en ningún momento quiere decir que nuestras teorías no tengan contacto con la realidad; por el contrario, el contacto con la realidad lo hacemos (necesariamente) al tratar de falsear nuestras teorías, ya que de ellas sacamos la correspondencia de la teoría con la realidad o en dado caso su refutación, aprendiendo así de los errores de la teoría [Popper 1979, p. 317]. En este sentido, la ciencia como la concibe Popper sólo es posible si existe una realidad con la cual podemos contrastar nuestras predicciones teóricas. Esta realidad es la que hace posible la falsación de las conjeturas teóricas.

³³ En su libro *Logic of Scientific Discovery*, sección 79, Popper se declara un realista metafísico.

Para exponer claramente el concepto de realismo metafísico, debemos antes mencionar que Popper es completamente anti-inductivista y le da gran importancia a la explicación que da Hume de la deficiencia de la justificación lógica de la inducción que lleva a un “regreso al infinito”(*infinite regress*)³⁴. Existen en este tema muchas reformulaciones que hace Popper ante la solución de Hume, además de planteamientos de varios problemas que éstos conllevan. Por ahora nos referiremos únicamente a lo que Popper llama el problema metafísico de la inducción que parte de la aseveración de que “*existen leyes naturales verdaderas*” con la que Hume no está de acuerdo pues dice que es algo que no podemos saber. Pero Popper afirma que es algo que sí sabemos este conocimiento tiene su base en las regularidades que observamos en la naturaleza. La aseveración mencionada se puede interpretar como que estas leyes existen tanto si se expresan alguna vez o si jamás son expresadas, lo que le da un carácter metafísico: es decir una conjetura acerca de la estructura del mundo, una especie de cosmología general. Al ser existencial la aseveración, no puede ser refutable (contrastada empíricamente) ni verificable, de manera que la podemos describir como *metafísica*.

Podría objetarse casi inmediatamente que “*existen leyes verdaderas de la naturaleza*” es una presuposición metodológica pero Popper responde a esto que uno puede buscar cosas que no presupone como existentes; como cuando se busca un contraejemplo para contrastar una ley, ni suponemos ni suponemos su existencia, de hecho puede ser que no exista tal contraejemplo. Sin embargo lo buscamos, usamos la creencia de que existen leyes verdaderas para buscarlas, pero es más una presuposición psicológica que metodológica. La mejor manera de entender esta creencia es considerarla como una conjetura metafísica sobre la estructura del mundo [Popper 1983, p.115].

El realismo metafísico no se usa en apoyo a ninguna de las soluciones epistemológicas que se dan en los distintos libros de Popper y sin embargo, es un trasfondo que está ahí en todos ellos para dar sentido a la búsqueda de la verdad:

La discusión racional, es decir, la argumentación crítica con el propósito de acercarse más a la verdad, carecería de sentido sin una realidad objetiva, un mundo de cuyo descubrimiento hacemos

³⁴ Como este tema es de gran profundidad en la literatura de Popper, no lo abordaremos aquí pues no es de interés para el tema que tratamos. Para más referencia ver: Popper 1963, p.55-61; Popper 1983, p.58-92 y Popper 1979, capítulo 1.

nuestra tarea: desconocido o en gran medida desconocido: un desafío a nuestro ingenio, valentía e integridad intelectuales. [Popper 1983, p.121]

Tanto el realismo como el idealismo o su forma más extrema, el solipsismo, son irrefutables e indemostrables, de manera que son metafísicas. Pero en este libro Popper toma ya una postura mucho más clara declarando que:

El idealismo metafísico es falso y el realismo metafísico es verdadero. No “sabemos” esto, naturalmente, en el sentido en el que podemos saber que $2+3=5$; es decir, no lo sabemos en el sentido del conocimiento demostrable. Tampoco lo sabemos en el sentido de “conocimiento científico” contrastable. Pero esto no significa que nuestro conocimiento no sea razonado o razonable. Por el contrario, no hay conocimiento factual que esté apoyado por más argumentos o por argumentos más fuertes (aunque no sean concluyentes). [Popper 1983, p.123]

El argumento epistemológico que se puede dar a favor del solipsismo³⁵ es que todo lo que conozco son parte de mis experiencias, de mis ideas, de mi mente. En esta teoría no puedo nunca conocer nada de las otras mentes ni de los otros cuerpos, todo es parte de mi propia creación. Popper en este sentido da una respuesta que es muy satisfactoria: si todo estuviera dentro de mí, podría saber escribir música como lo hace Bach o pintar como Dalí o como Rembrandt, pues sería parte de mi mente; pero no puedo hacerlo en la práctica, simplemente porque no lo tengo en mí. Este argumento no es conclusivo pero a los ojos de Popper (y concuerdo plenamente) es satisfactorio. Popper de hecho menciona que el realismo es tan verdadero que incluso es de mal gusto dar un argumento tan directo a favor de él, pero a pesar de que podemos entender esta visión sarcástica de Popper debemos dar los argumentos necesarios a favor del realismo, como hemos hecho hasta ahora.

Por otra parte, la realidad de los cuerpos físicos está implícita en casi todos los enunciados cotidianos y pertenecientes al sentido común. Esto también se puede decir de las leyes de la naturaleza, de forma que todas las aserciones de la ciencia suponen el realismo. Para Popper es absurdo que un instrumentalista diga que lo que los científicos consideran como los mayores descubrimientos de la ciencia son simplemente trucos; sin embargo, mientras más se conocen

³⁵ La definición de la Real Academia Española de solipsismo es: Fil. Forma radical de subjetivismo según la cual solo existe o solo puede ser conocido el propio yo.

cosas del mundo material, más se afirma su realidad. Esto es a mi modo de ver un hecho ineludible.

Además, el realismo apoya firmemente el objetivo de la ciencia que es encontrar explicaciones satisfactorias de los estados de cosas en el mundo; aunque esto no implica que se pretendan encontrar explicaciones últimas (como en el esencialismo), puesto que estas no existen.

Cuando pensemos que hemos hallado una aproximación de la verdad en la forma de una teoría científica que ha resistido la crítica y las contrastaciones mejor que sus rivales, nosotros, como realistas, la aceptaremos como base para la acción de la práctica, simplemente porque no tenemos nada mejor (o más cercano a la verdad). Pero no necesitamos aceptarla como verdadera: no necesitamos creer en ella (lo que significaría creer en su verdad). [Popper 2002, p. 243]

Sin embargo el realismo metafísico no puede dar ninguna seguridad de que este objetivo (el encontrar explicaciones satisfactorias del mundo) sea realizable o no, simplemente puede dar un apoyo intuitivo pero en ningún momento da seguridad de ningún tipo. Tampoco puede dar respuesta al porqué si existe un mundo, éste debe tener leyes naturales inteligibles por algún intelecto.

Ahora, el filósofo tiene además la tarea de dar solución (o al menos tratar) a problemas del mundo real con el cuidado de saber que las soluciones que se dan pueden tener consecuencias significativas. Esto se debe a que el impacto de la filosofía propia puede ser devastadora, lo cual hace necesario tener que mejorarla por medio de la crítica.

En este sentido el papel del realismo en la filosofía es doble: el filósofo (y también el científico) tiene la obligación moral de encargarse de problemas reales que afectan a los hombres, además de que se deben tomar en cuenta las consecuencias de las soluciones propuestas a los problemas. En este sentido el método de conjeturas y refutaciones con un trasfondo metafísico realista se puede extender a toda la filosofía, no sólo a la ciencia.

3. El Realismo de Einstein

3.1 Ideas filosóficas

Empezaremos este capítulo señalando la importancia que debe existir en la interacción entre los criterios científicos y las concepciones filosóficas de un investigador. Sin duda, hay toda una filosofía que penetra de fondo el trabajo de cada científico, ya sea consciente o inconscientemente; esta filosofía que se establece como base de la investigación (tanto en concepciones cosmológicas, epistemológicas y éticas) es y debe ser de gran influencia para el desarrollo de la práctica de un científico. Un caso claro de esta dinámica entre el pensamiento científico y el filosófico lo podemos encontrar de manera muy consciente en Albert Einstein (1879-1955), quien además de haber sido una de las figuras indudablemente más destacadas en la Física del S. XX, fue un investigador que desarrolló sus ideas filosóficas ampliamente en varios temas. Podría pensarse que las ideas filosóficas de los científicos son mucho menos elaboradas que las de un filósofo, aunque en Einstein se puede ver que sus ideas no son planteadas a la ligera, sino con un análisis profundo en sus convicciones que le van sirviendo de guía en el desarrollo de su trabajo científico. De hecho el mismo Einstein menciona:

[...] aunque muchas veces se considera al científico como un filósofo mediocre, hay un momento en el que si los fundamentos de la física se vuelven un problema, el físico no se puede atener al filósofo en su crítica de las teorías; el físico debe entonces hacer de filósofo pues él sabe exactamente donde es que le aprieta el zapato [Einstein 1954, p. 290. Traducción de la autora].

A continuación elucidaremos algunas de las ideas filosóficas de Einstein en torno al realismo para entender su importancia dentro de su investigación científica.

Es para nosotros de gran interés contrastar la manera en la que surgen las ideas de la filosofía de la ciencia a partir del propio trabajo o experiencia científica de un investigador. A pesar de que Einstein tuvo interés en la filosofía, sus ideas principales surgen a partir de la reflexión sobre su propio trabajo que como bien sabemos llevó a grandes transformaciones en los paradigmas de la Física. Los filósofos que más le influyeron son Hume, Kant (con quien estaba en total

desacuerdo), Schopenhauer, Mach, Poincaré, Russell³⁶; aunque el de mayor repercusión en sus ideales filosóficos es Spinoza, a quien se refiere constantemente. Es llamativo notar que a pesar de que Einstein se declara con el transcurso de los años como un firme realista, varias de sus influencias son de filósofos idealistas, lo que nos lleva a suponer que su pensamiento crítico en torno a estos filósofos (añadido a su propia experiencia en torno a la ciencia) lo llevó a declararse como tal. De hecho, hallaremos en Einstein un proceso gradual en torno a sus convicciones filosóficas que se van transformando conforme a su trabajo científico.

El realismo en Einstein está lleno de contrastes, pero una de las ideas más fuertes que podemos notar en él es una admiración por la naturaleza que le llevó a “salir de sí mismo”. Es por esto que para Einstein, como menciona en diversas ocasiones, la ciencia y la religión (aunque se refiere a una religión no ingenua ni moral, sino a una religión peculiar, orientada por el trabajo de Spinoza, que discutiremos al final del capítulo) nacen del deseo de escapar de las “ligaduras meramente personales” abriéndose paso a la contemplación del orden eterno de la naturaleza:

Allá afuera estaba ese gran mundo *que existe independientemente de los hombres* y que se alza ante nosotros como un enigma grande y eterno, pero que es accesible, en parte al menos, a la inspección y al pensamiento. Su contemplación hacía señas de liberación y no tardé en advertir que más de uno a quien yo había llegado a estimar y admirar había hallado la libertad y seguridad interior a través de la devota dedicación a ella. La aprehensión mental de este mundo extrapersonal en el marco de las posibilidades que están a nuestro alcance flotaba en mi mente, mitad consciente, mitad inconscientemente, como meta suprema. [Einstein 1949, p.15]

De hecho, para Einstein es necesaria la contemplación del mundo para todo ser humano y menciona que el valor de un hombre se determina según una sola norma: en que grado y con qué objetivo se ha liberado de su yo [Einstein 1980, p.15].

Vemos en la cita anterior que Einstein tiene una fascinación por el orden de la naturaleza que se le presenta ante sí, además de que varias veces manifiesta su idea de que el gran enigma del mundo es el hecho de que sea comprensible para los seres humanos. Einstein aspira a la

³⁶ En 1946 escribe *Bertrand Russell y el pensamiento filosófico* para el V tomo de la colección *Library of Living Philosophers*, editada por A. Schlip. [Einstein 1980, p. 41-46]. En este artículo Einstein critica el miedo a la metafísica en Russell como el causante de defectos de su libro *Meaning and Truth*.

comprensión absoluta de dicho orden. Desde pequeño, como cuenta en su autobiografía, los hechos a su alrededor le influían y maravillaban a tal grado que cree que la vez que su padre le mostró una brújula, el gran efecto de asombro que causó en él lo influyeron en su vocación definitivamente[Einstein 1979, p.19].

Mi trabajo científico está motivado por un deseo irresistible de entender los secretos de la naturaleza y por ningún otro sentimiento. Mi devoción por la justicia y el esfuerzo por contribuir al mejoramiento de las condiciones humanas son independientes de mis intereses científicos. [Einstein 1979, p.18. Traducción de la autora]

Pasemos ahora a la concepción del mundo de Einstein. Para él, el mundo es independiente del sujeto que lo percibe y se le puede captar sólo intelectualmente (especulativamente), lo cual es una posición anti positivista pues para el positivista la manera de conocer es inductivamente y no se pueden derivar teorías que no tienen como cimiento la percepción empírica o la lógica. Hay que distinguir entre el conocimiento sensible y el intelectual para evitar caer en el solipsismo.

Como el mismo Einstein lo expresó en 1916:

Una vez realizada una formulación teórica [basada en hipótesis generales de base, de las cuales se podrán deducir conclusiones], empieza el desarrollo de las consecuencias, que revelan a menudo relaciones insospechadas [...] Pero hasta que no se hayan encontrado los principios que servirán de base para la deducción, los hechos de la experiencia individual no sirven al teórico. Es más, no puede ni siquiera hacer uso de leyes más generales descubiertas empíricamente [Einstein 1980, p. 133]

Y más adelante menciona:

[...]Hemos asignado a la razón y a la experiencia su lugar dentro del sistema de la física teórica. La razón constituye la estructura del sistema: el contenido experimental y sus mutuas dependencias encontrarán su demostración a través de las proposiciones deductivas.[...] Por otra parte, los conceptos y las leyes fundamentales son invenciones libres del intelecto humano que no pueden ser comprobadas a priori ni por la naturaleza del intelecto humano ni de cualquier otro modo. [Einstein 1980, p.138]

Con el paso del tiempo, como veremos a continuación, en base a su propia experiencia como creador de la teoría de la relatividad, Einstein está convencido de que por encima de todas las convenciones (que a su modo de ver debemos superar), el pensamiento especulativo llega a

estructuras absolutas³⁷ de la realidad, que se detectan en los elementos invariantes de las leyes de la naturaleza.

Como acabamos de mencionar, Einstein pasa por varias facetas en torno a sus ideas filosóficas para llegar a lo que hemos mencionado anteriormente. En sus primeros años menciona:

La relación recíproca que existe entre la epistemología y la ciencia tiene características notables. Dependen una de otra. La epistemología sin contacto con la ciencia se convierte en un esquema vacío. La ciencia sin epistemología es —en caso de que sea posible concebirla— primitiva y confusa. Sin embargo, una vez que el epistemólogo que va en busca de un sistema que le ofrezca claridad se logra abrir paso y consigue llegar a tal sistema, ya tiende a interpretar el contenido de la ciencia de acuerdo con un sistema, rechazando todo aquello que no encaja en él. Pero, el científico no puede permitirse el llevar tan lejos sus ansias de sistematización epistemológica. Por ello debe parecer un oportunista sin escrúpulos a los ojos del epistemólogo sistemático: se muestra como realista en cuanto intenta describir un mundo independientemente del acto de percibir; como idealista, en cuanto considera los conceptos y teorías como invenciones libres del espíritu humano (que no son derivables lógicamente de los datos empíricos); como positivista, en cuanto considera justificados sus conceptos y teorías solamente en la medida en que proporcionen una representación lógica de las relaciones entre las experiencias sensoriales. Puede incluso parecer platónico o pitagórico en cuanto considera la simplicidad lógica como un enfoque que sirve como herramienta indispensable y efectiva en su investigación. [Einstein 1949, p. 683-684]

Esta posición ecléctica domina durante mucho tiempo las ideas filosóficas de Einstein y parte de ellas jamás las descarta, aunque termina definiéndose por el realismo. A continuación veremos el proceso que lo llevó a transformarse en un realista en términos filosóficos. Más adelante analizaremos con más detalle la influencia del trabajo científico en esta transformación.

Primero veremos su etapa positivista-empirista. En un inicio Einstein era en realidad, muy propio de los científicos de la época, partidario del positivismo. Si Einstein no se hubiera sumergido en una serie de dudas que le surgieron a partir de la creación de la teoría de la relatividad y de las

³⁷ En el sentido de Villoro, llega a tener las razones objetivamente suficientes que le permiten inferir la validez de sus teorías.

interpretaciones de Bohr de la mecánica cuántica, no hubiera tenido la inclinación por reasignar sus posiciones metafísicas en torno a la ciencia.

Yo comencé con un empirismo escéptico parecido al de Mach. Pero el problema de la gravitación me convirtió en un racionalista creyente, esto es en alguien que busca la única fuente de verdad confiable en la simplicidad matemática. Lo que es simple lógicamente no tiene por qué ser físicamente verdadero, desde luego; pero lo que es físicamente verdadero es simple lógicamente, es decir, tiene unidad en la base” [Einstein 1979, p. 67. Traducción de la autora]

Ernst Mach (físico, fisiólogo y filósofo, 1813-1916) era anti-atomista, positivista seguidor de Comte, fundador del empiriocriticismo³⁸. Einstein de estudiante leyó la obra de Mach *The Science of Mechanics* en donde se hace una crítica de los *Principia* de Newton refiriéndose a lo erróneo del concepto de espacio newtoniano que no puede verse en la experiencia, esta ruptura en la filosofía mecanicista le fue de gran influencia en el desarrollo posterior de su trabajo.

Los trabajos de Einstein publicados en 1905, salvo el de la teoría de la relatividad, se enmarcan en un positivismo siguiendo a Mach y a Ostwald. Sus investigaciones sobre el movimiento Browniano demostrando la realidad de las moléculas (cuya existencia aún se discutía), fueron confirmadas con los experimentos de Perrin de 1909. Así se obtuvo el soporte decisivo de la teoría molecular y, por tanto, la confirmación de la mecánica estadística. Estos hechos fueron aceptados por Ostwald, pero no por Mach. Einstein critica que el problema de Mach de no creer en la existencia de los átomos se debe a su fuerte creencia positivista de que los hechos de la experiencia podrían traducirse directamente en conocimiento científico sin la construcción conceptual.

La ruptura en la filosofía mecanicista no llevó a Einstein a un empirismo puro. Einstein no deja de creer que la ciencia debe aspirar a una comprensión cognitiva de lo real que no se reduzca a un

³⁸ El empiriocriticismo según el diccionario de filosofía de J. Ferrater Mora “es como se le llama a la filosofía de Avenarius y consiste en una crítica de la experiencia pura por medio de la cual se eliminan todos los supuestos metafísicos operantes no sólo en el racionalismo, sino en casi todas las corrientes filosóficas. Esta crítica de la experiencia no es, pues, simplemente una “solución” de los problemas. En un sentido análogo al de ciertas corrientes del actual positivismo lógico, el empiriocriticismo procede a una desproblematización del mundo, sólo posible cuando se cumplen los dos axiomas de Avenarius: el de los contenidos del conocimientos (que cada “sujeto” acoge lo que se le da en el contorno en el cual vive) y el de las formas del conocimiento (según el cual todas las formas científicas del conocer son consecuencias o derivaciones de una forma precientífica de conocer o de “acoger” lo que se da)”. [Ferrater Mora 1994, p.999, tomo II]

conjunto de percepciones sensoriales, como lo creía Mach. En la publicación de la *Teoría de la relatividad especial* (en la que Einstein no hizo referencia alguna ni a teoría ni a autor previo) explica Einstein que ésta es una de las teorías que parten de las propiedades universales encontradas empíricamente en los procesos naturales, tras lo cual viene la reflexión teórica. Ésto resultó para los positivistas de la época una victoria sobre la metafísica en las concepciones de los absolutos de espacio y tiempo. Años después, Mach también niega la relatividad especial, lo cual es un ataque que Einstein ve años después como una gran ayuda para encaminarse en otros sentidos filosóficos, aunado a la gran influencia que tiene Planck en el desarrollo de su pensamiento científico y filosófico.

Con el paso del tiempo y con el desarrollo hacia la teoría general de la relatividad, Einstein va cambiando su modo de ver la manera de trabajar de los científicos, se torna anti positivista y es entonces cuando empieza a desarrollar una tendencia más racionalista y ya conectada con el realismo, aunque guarda un escepticismo hacia la metafísica que hacia 1930 abandona. En esta época empieza a presentar sus ideas de buscar la consistencia de la física teórica en teorías simples y unificadas acerca de la realidad; añadiendo que el carácter especulativo de la mente es el que lleva a los conceptos y postulados de la física. De hecho, desde 1921 hasta 1933 el pensamiento de Einstein evoluciona claramente y presenta unos intereses que irán transformándose en concepciones metafísicas pues con los años se va dando cuenta de que el “verdadero principio creador” de las matemáticas, en el que creía en su época racionalista, no bastaba para alcanzar la visión total del mundo, ya que es preciso coordinarla con ayuda de la especulación pura para poder describir la realidad independiente del sujeto que la estudia.

El carácter especulativo que tiene el pensamiento científico es para Einstein el punto de partida del desarrollo del trabajo de un investigador. Menciona que el primer paso en establecer un “mundo externo real” es la formación del concepto de objetos físicos de varios tipos. “De la multitud de las experiencias sensoriales que tomamos, mental y arbitrariamente, a algunos complejos de impresiones que se repiten les asociamos un significado, el del objeto físico. Si consideramos este concepto lógicamente, no es idéntico a la totalidad de impresiones a las que se refiere, sino que es una creación arbitraria de la mente humana. Por otra parte, el concepto tiene su propio significado y justificación exclusivamente con la totalidad de impresiones sensoriales

que asociamos a él”. El segundo paso es que en nuestro pensamiento (que determina nuestras expectativas) atribuimos al objeto físico una importancia, que es en gran medida independiente de las impresiones sensoriales que originalmente lo formaron. Esto es a lo que se refiere cuando atribuimos a un objeto una “existencia real”. La justificación de esta idea de existencia está simplemente en el hecho de que por medio de los conceptos y las relaciones mentales entre ellos, somos capaces de orientarnos en el laberinto de la experiencia [Einstein 1954, p.290].

Es importante notar que estos conceptos y sus relaciones, aunque son creaciones libres de la mente, nos parecen mucho más fuertes e inalterables que las mismas experiencias individuales en sí. Además, estos conceptos y sus relaciones, y el hecho de establecer objetos físicos y la existencia de un “mundo real”, tienen justificación solamente mientras estén conectados con impresiones sensoriales con las que forman una conexión mental. Vemos en estas ideas que la idea de una realidad externa es para Einstein la base de la formación de los conceptos y de las teorías científicas. De manera que como podemos notar, el realismo no es para Einstein una doctrina filosófica acerca de la interpretación de las teorías científicas sino que es más bien un postulado físico (la base en la cual se puede construir un sistema).

La creencia de un mundo exterior independiente de los objetos percibidos está en la base de todas las ciencias de la naturaleza. Debido a que las percepciones sensoriales sólo dan una información indirecta de este mundo exterior, por ejemplo, de lo físico-real, éste sólo puede ser comprendido por nosotros a través del camino especulativo. De esto se desprende que nuestra interpretación de lo físico real nunca será definitiva. Tenemos que estar siempre dispuestos a cambiar esta interpretación, esto es, el fundamento axiomático de la física, para justificar de una manera lógica, lo más completa posible, los fenómenos de la percepción [Einstein 1980, p.197].

Es por esta razón que para Einstein el eterno misterio del mundo es su comprensibilidad. Esta comprensibilidad implica la producción por medio del pensamiento de cierto orden entre las impresiones sensoriales. Este orden es producido por la creación de conceptos generales, operaciones y la creación de funciones definidas entre estos conceptos, además de la coordinación de las experiencias sensoriales a ellos. Es en este sentido que el mundo de nuestras experiencias sensoriales es comprensible. Notemos bien que para Einstein las teorías no derivan de la experiencia, es decir que no hay un proceso lógico que lleve de los fenómenos a las teorías que los explican:

Los conceptos se refieren a experiencias de los sentidos, pero no se pueden deducir de éstas de una manera lógica. Por este motivo nunca he podido entender la pregunta sobre lo *a priori*, según Kant. Las preguntas sobre la esencia de algo sólo pueden intentar descubrir el carácter del conjunto de experiencias sensoriales al que se refieren los conceptos. [Einstein 1980, p.166].

En otro texto Einstein vuelve a reiterar que nada puede ser dicho *a priori* concerniente a la manera en la que los conceptos se forman y se conectan y en cómo los coordinamos con las experiencias sensoriales [Einstein 1954, p.292]. El intelecto se comporta de forma libre en la creación especulativa de teorías. La única guía para la creación de cierto orden en las experiencias sensoriales es el éxito que vayamos teniendo cuando contrastamos con la realidad nuestras especulaciones. Lo que es necesario es fijar un conjunto de reglas sin las cuales no podríamos adquirir el conocimiento deseado. Esta fijación nunca será final, sólo será válida para ciertos campos de aplicaciones³⁹.

Einstein propone que la conexión de los conceptos elementales del pensamiento cotidiano con el compuesto de las experiencias sensoriales sólo puede ser comprendido intuitivamente y es inadaptable a la fijación lógica científica. La totalidad de estas conexiones, que no es expresable en términos conceptuales, es lo único que diferencia a la ciencia de un esquema de conceptos lógico pero vacío. Por medio de estas conexiones es que las proposiciones puramente conceptuales de la ciencia se convierten en proposiciones generales acerca de las experiencias [Einstein 1954, p. 291-293].

Einstein define los “conceptos primarios” como aquellos que están directamente relacionados con experiencias sensoriales. Todas las otras nociones adquieren significado desde el punto de vista físico mientras estén conectadas, por medio de “proposiciones” con los conceptos primarios. Estas proposiciones son en parte definiciones de conceptos y en parte proposiciones no derivables de las definiciones, que expresan relaciones indirectas entre los conceptos primarios y consecuentemente entre las experiencias sensoriales. Estas proposiciones son “enunciados acerca de la realidad” o leyes de la naturaleza, es decir proposiciones que adquieren su validez cuando son aplicadas a las experiencias sensoriales.

³⁹ Agrega aquí que no habrá categorías finales en el sentido kantiano. [Einstein 1954, p.292]

En este sentido el objetivo de la ciencia para Einstein es por una parte la comprensión tan completa como sea posible de la conexión entre las experiencias sensoriales en su totalidad; por otra parte se debe lograr este objetivo con el uso mínimo de conceptos primarios y sus relaciones. Einstein dice que la ciencia en su primera etapa de desarrollo simplemente contiene la totalidad de los conceptos primarios y las proposiciones que los conectan. Pero para un espíritu científico, menciona, esta idea no es satisfactoria pues carece de unidad lógica. Un científico auténtico busca crear un sistema con la mayor unidad lógica posible y con el menor número de conceptos posibles. No sabemos si esto se llegará a lograr, menciona Einstein, pero lo que sí podemos decir es que es como un hombre que está resolviendo un crucigrama: se pueden proponer varias palabras para resolver una pregunta aunque sólo será una palabra la que realmente resuelva el crucigrama.

Es cuestión de fe que la naturaleza tenga la estructura de un rompecabezas descifrable; los éxitos que la ciencia ha tenido hasta el momento dan ánimo a seguir en esa búsqueda” [Einstein 1954, p.295].

Según nuestra experiencia estamos autorizados a pensar que la Naturaleza es la realización de lo matemáticamente más simple. Creo que a través de una construcción matemática es posible hallar los conceptos y las relaciones que iluminen una comprensión de la naturaleza. Los conceptos usables matemáticamente pueden estar próximos a la experiencia, pero en ningún caso pueden deducirse de ella. Está claro que la experiencia es el único criterio que tiene la Física para determinar la utilidad de una construcción matemática. De algún modo creo que es cierto que a través del pensamiento puede comprenderse la realidad, tal como lo soñaron los antiguos. [Einstein 1980, p.140]

Para el Einstein maduro en sus ideas filosóficas, tal y como él lo menciona, a un lado están la totalidad de las experiencias sensoriales y al otro la totalidad de los conceptos y proposiciones que están recogidos en los libros. Las relaciones de los conceptos y las proposiciones entre sí son de naturaleza lógica, y el quehacer del pensamiento lógico se limita a establecer la conexión de conceptos y proposiciones entre sí según reglas fijas, sobre las cuales versa la lógica. Los conceptos y proposiciones sólo cobran “sentido” o “contenido” a través de su relación con experiencias de los sentidos. El nexo entre éstas y aquellos es puramente intuitivo, no es en sí de

naturaleza lógica. Lo que diferencia a la vacía especulación de la “verdad” científica no es otra cosa que el grado de certeza con que se puede establecer esa relación o nexo intuitivo. El sistema de conceptos, junto con las reglas sintácticas que constituyen la estructura de los sistemas conceptuales, es una mera creación del hombre. [Einstein 1949, p. 21-22]. De hecho, menciona en un discurso en Oxford que la convencionalidad del principio surge a veces de la existencia de varias teorías alternativas para explicar los mismos hechos: ninguna se impone de modo absoluto y es necesaria una elección. Esta idea derivó de la enorme distancia en la física contemporánea (del tiempo Einstein) entre los conceptos de las teorías y el mundo de los sentidos.

Podemos finalmente decir que el realismo de Einstein es uno racional, que en la búsqueda de la verdad se apoya en la matemática y en la especulación guiadas por la belleza de la intuición del razonamiento.

Al final de esta transformación gradual en sus ideas filosóficas, Einstein cree que existe una realidad física objetiva, externa, que podemos llegar a conocer pero no directamente, ni empírica o lógicamente, ni mucho menos con certeza absoluta; sino por medio de un salto intuitivo (del pensamiento) guiado solamente por la experiencia de la totalidad de “hechos” sensibles.

3.2 La influencia del trabajo científico en su filosofía.

Como ya mencionamos anteriormente en una cita, para Einstein es importante tener en cuenta que siempre tenemos que estar dispuestos a modificar nuestras interpretaciones para poder llegar a la justificación lógica de las teorías que mejor se aproximen a describir los fenómenos de la percepción. Si echamos un vistazo a la historia de la Física, podemos ver que su sistema axiomático, “es decir de nuestra interpretación de la estructura de lo real”, ha sufrido diversas modificaciones. Para Einstein la modificación más fuerte que se ha sufrido en este sentido desde la fundación de la física teórica de Newton, es la investigación de fenómenos electromagnéticos de Maxwell y Faraday. Veremos a continuación algunos ejemplos de esto.

En el sistema de Newton, lo físico-real está determinado por los conceptos de tiempo, espacio, punto material y fuerza. El punto material⁴⁰ es lo único representante de lo real y los sucesos físicos se interpretan como los movimientos de los puntos materiales en el espacio; todos los sucesos se deben entonces entender mecánicamente, o sea como movimientos de los puntos materiales. El punto menos satisfactorio de este sistema era, además de las dificultades del concepto “espacio absoluto”⁴¹, su interpretación de la luz. Newton creía que la luz estaba formada por puntos materiales y a pesar de que esta interpretación de lo real tuvo grandes logros, poco a poco se fue teniendo la impresión de que había que cambiarla. Newton encontró el concepto de cociente de derivadas y expresó las leyes naturales en forma de ecuaciones diferenciales, para lo cual no era necesario usar ecuaciones expresadas en derivadas parciales; cabe mencionar que este hecho lo considera Einstein como el mayor paso intelectual dado jamás por un hombre [Einstein 1980, p.199]. Poco a poco, las ecuaciones expresadas en derivadas parciales fueron siendo necesarias (el mismo Newton las usó en su teoría de la propagación del sonido y más adelante se utilizaron para la formulación de la mecánica de los cuerpos deformables) y fueron tomando un papel dominante. Esto empezó en el S. XIX al imponerse la teoría ondulatoria de la luz debido a observaciones experimentales. Con las propias palabras de Einstein:

La luz en el espacio vacío era concebida como un fenómeno ondulatorio del éter y por lo tanto tenía que parecer inútil volver a considerar al éter como un conglomerado de puntos materiales. Aquí aparecieron por primera vez las ecuaciones en derivadas parciales como la expresión natural de la física elemental. Por consiguiente, el campo continuo se erigía en representante, junto al punto material, de lo físico-real. Esta dualidad no ha desaparecido hasta ahora, por muy molesta que sea para toda persona sistemática. [Einstein 1980, p. 199]

La idea de lo físico-real en ese entonces estaba sustentada en la mecánica como fundamento de la física y de la hipótesis atómica⁴². Se seguía intentando interpretar todos los sucesos como

⁴⁰ En esta concepción un objeto perceptible está formado por puntos materiales.

⁴¹ Concepto que Mach criticó fuertemente, como mencionamos anteriormente. Newton se refiere a espacio absoluto como aquel no influido por las masas ni por los movimientos.

⁴² Menciona Einstein que la mecánica proporcionaba logros en campos que aparentemente nada tenían que ver con ella como en la teoría cinética de los gases: “la derivación de la ecuación de los gases y su relación con el calor específico, la teoría cinética de la disociación de los gases y, más que nada, la relación cuantitativa entre viscosidad, conducción térmica y difusión de los gases, que proporcionaba también el tamaño absoluto del átomo” [Einstein 1949, p. 28]

movimientos de masa inercial. Era en ese tiempo inconcebible otra clase de interpretación. El gran cambio se debió a Faraday, a los experimentos de Hertz y en mayor medida a Maxwell. Maxwell demostró que todo lo que entonces se conocía sobre la luz y los fenómenos electromagnéticos se podía describir mediante un doble sistema de ecuaciones expresadas en derivadas parciales, en el que el campo eléctrico y el magnético son las variables dependientes. Maxwell y Hertz intentaron fundamentar estas ecuaciones en la mecánica pero le resultó imposible, siendo así los reconocidos por quebrantar la fe en la mecánica como base definitiva de todo pensamiento físico.

Para mantener la mecánica como fundamento de la física había que interpretar mecánicamente las ecuaciones de Maxwell, cosa que se intentó con ahínco pero sin éxito, mientras que las ecuaciones se revelaban cada vez más fructíferas. Uno se acostumbró a operar con estos campos como si fueran sustancias independientes, sin necesidad de explicar su naturaleza mecánica; y así acabó abandonándose casi inadvertidamente la mecánica como base de la física, porque su adaptación a los hechos demostró finalmente ser inviable. [Einstein 1949, p.33]

Las ecuaciones de Maxwell resultaban ser lo esencial y las intensidades de campo que aparecen en las ecuaciones resultaron ser entes elementales irreductibles. Para finales del siglo esto ya era admitido por casi todos. Podemos ver entonces que en este proceso se pasó de pensar lo físico-real (en tanto que explicaba los fenómenos de la naturaleza) como los puntos materiales a caracterizarlo por campos continuos, no explicables mecánicamente y que podían ser expresados en términos de ecuaciones en derivadas parciales [Einstein 1980, p. 197-201].

Notemos que tanto el programa de Newton como el de Maxwell, dice Einstein, llevan el sello de lo provisional e incompleto, pues a pesar de que individualmente han logrado varios logros, no logran dar una descripción única y unificada de la realidad .

Desde entonces existen dos tipos de elementos conceptuales, por un lado los puntos materiales con fuerzas a distancia entre ellos, por otro el campo continuo. Es un estado intermedio de la física sin base unitaria para el todo, un estado que- aunque insatisfactorio- está lejos de ser superado. [Einstein 1949, p.33-34]

Los programas físicos desarrollados desde entonces, incluyendo la teoría de la relatividad restringida y general, ponen de manifiesto los compromisos existentes entre estos dos programas. De hecho, a pesar de que la teoría de la relatividad general está basada en consideraciones de la

teoría de campo, no ha podido evitar hasta ahora- dice Einstein- la introducción independiente del punto material y de las ecuaciones diferenciales.

La mecánica cuántica, por su lado, difiere en su fundamento de los dos programas que mencionamos. Esto se debe a que las magnitudes que resultan de sus ecuaciones no intentan describir lo físico-real, sino que únicamente intentan describir la posibilidad de aparición de una determinada realidad física.

En parte por su apego al determinismo de la física clásica y en parte por sus concepciones filosóficas que lo habían conducido a él a la teoría de la relatividad, Einstein dedica sus años en Princeton (desde 1933) a meditar sobre la naturaleza de la física cuántica (pues no lo dejaba satisfecho como desarrollaremos más adelante) y, sobre todo, a la búsqueda de una teoría unificada de la gravitación y del electromagnetismo.

No obstante me inclino por la opinión de que a largo plazo, el físico no se contentará con una descripción indirecta de lo real, ni tampoco en el caso de que dicha teoría se ajuste satisfactoriamente al postulado de la relatividad general. Entonces se tendrá que volver a intentar la realización del llamado programa de Maxwell: descripción de lo físico-real por medio de campos que satisfagan ecuaciones en derivadas parciales sin singularidades. [Einstein 1980, p.201]

Esto quiere decir que Einstein esperaba que las partículas materiales surgieran como soluciones particulares de las ecuaciones generales de campo, también esperaba que los postulados cuánticos surgieran como solución de estas ecuaciones. Esto implica que esperaba encontrar un campo total del cual se deduzcan todos los demás. “Nuestra tarea es encontrar las ecuaciones para el campo total”. [Einstein 1949, p. 88]. Nunca pudo lograr esta teoría, aunque inspiró a muchos que hasta la fecha la buscan.

3.3 Einstein y la Mecánica Cuántica.

La física clásica distingue perfectamente entre el observador y lo observado. Esta separación, sin embargo, no es factible en el mundo de las partículas atómicas. Es sencillo entender esta distinción si consideramos que para observar un electrón, tenemos que hacer interactuar otra partícula con él (ya sea un fotón u otro electrón), lo cual perturbará su estado inicial. En este

sentido, toda observación en el mundo microscópico requiere de una interacción que no puede ser ignorada.

Por otra parte, la dualidad onda-partícula de la radiación fue extendida a los cuerpos materiales por Louis de Broglie (1892-1987, Nóbel de Física en 1929), esto quiere decir que la materia (como un electrón) posee aspectos ondulatorios. La hipótesis de de Broglie fue confirmada en 1927 por Davisson y Germer en Estados Unidos y por Thomson en Inglaterra, quien mostró los aspectos ondulatorios del electrón⁴³. Ante esa dualidad onda-partícula, imposible de entender clásicamente, uno puede preguntarse cuál es realmente la propiedad que caracteriza a la materia, como los electrones, ¿es onda o partícula? El danés Niels Bohr (1885-1962, Nóbel de física de 1922) resolvió la situación por medio del principio de complementariedad: ambas descripciones, corpuscular y ondulatoria, son complementarias, y es la experiencia la que determina cuál de esos aspectos se manifiesta.

Lo anterior manifiesta la importancia que tiene el observador en las mediciones que se hacen en los fenómenos cuánticos. El observador contribuye a determinar la realidad que percibe, la descripción que se obtiene del mundo físico es resultado directo de la experiencia efectuada.

Como consecuencia del análisis del proceso de medida en el mundo microscópico, Heisenberg (1901-1976, Nóbel de física en 1932) formuló en 1927 su famoso principio de indeterminación que afirma que no se puede determinar, simultáneamente y con precisión arbitraria, ciertos pares de variables físicas, como la posición y el momento lineal (cantidad de movimiento) de un objeto dado. En otras palabras, cuanto mayor certeza se busca en determinar la posición de una partícula, menos se conoce su cantidad de momento lineal. Este principio cambia radicalmente la manera de estudiar la naturaleza, pues nos dice que no podemos medir en el presente sin cierto grado de error y mucho menos predecir fenómenos futuros de manera exacta.

La idea de estricta causalidad, tan importante hasta entonces para la física (y para Einstein), desaparece; y en su lugar queda una noción probabilística. En términos generales la causalidad en la física clásica asume que todos los eventos están causados por otros anteriores y que esa causalidad es expresable en las leyes de la naturaleza que permiten predecir cualquier fenómeno en el futuro si se tiene el conocimiento del estado actual de las variables necesarias. Esto se

⁴³ Obtuvo el Nóbel en 1937 por mostrar estos aspectos ondulatorios por medio de la difracción de electrones.

conoce como determinismo causal. Pero con el principio de incertidumbre queda claro que sólo se pueden tener una predicción estadística.

Einstein opinaba que la teoría cuántica (sobre todo por su carácter estadístico) proporcionaba una descripción incompleta de la realidad, y por tanto constituía tan sólo un estadio intermedio hacia otra teoría más completa. Einstein nunca aceptó (como tampoco lo hicieron Schrödinger, de Broglie y Planck) esta interpretación (la llamada de Copenhague) de la mecánica cuántica, y luchó mucho en encontrar argumentos sólidos en su contra, lo que le llevó a estar cada vez más aislado de la comunidad de los físicos teóricos.

Mi opinión es que la actual teoría cuántica, con ciertos conceptos básicos fijos que en esencia están tomados de la mecánica clásica, representa una formulación óptima del estado de cosas. Creo, sin embargo, que esta teoría no brinda un punto de partida útil para la futura evolución. He ahí el punto en que mis expectativas difieren de las de la mayoría de los físicos contemporáneos. [Einstein 1949, p. 85-86]

Las dos posturas mencionadas difieren de modo irreconciliable en la visión de lo que constituye la “realidad física”. Heisenberg, uno de los máximos exponentes de la interpretación de Copenhague, decía:

[...]Nosotros no hemos supuesto que la teoría cuántica, en contraposición a la teoría clásica, sea esencialmente una teoría estadística en el sentido de que sólo se puedan hacer predicciones estadísticas a partir de datos exactos... En la formulación de la ley causal, es decir, en la afirmación “si conocemos el presente exactamente, podemos predecir el futuro” no es la conclusión sino más bien la premisa la que es falsa. No es posible conocer el presente en forma exacta.[...] Los conceptos de la física clásica forman los conceptos en los cuales basamos nuestras descripciones de los experimentos y de los resultados, sin embargo, la aplicación de estos conceptos está restringida por sus relaciones de incertidumbre... La ciencia natural no describe y explica a la naturaleza, sino que es parte de la interacción entre la naturaleza y nosotros [...] Esto hace que la separación entre el mundo y el yo sea imposible.[Heisenberg 1958, p. 44-45, 80-81. Traducción de la autora]

La interpretación de Copenhague es actualmente la admitida por la mayoría de los físicos y, en la práctica utilizada por todos. Einstein rechazó hasta su muerte la visión de Copenhague de la realidad física (que como vemos chocaba profundamente con sus ideas de la ciencia y la naturaleza), aunque siempre aceptó el uso de la teoría cuántica como una herramienta

extraordinariamente útil y precisa; su objeción como ya mencionamos era que no podría considerarse una teoría completa. No le gustaban las componentes de incertidumbre, ni la idea de una realidad física dependiente del observador, ni el abandono del determinismo causal. Su más famoso artículo con algunas objeciones en contra de la Mecánica Cuántica lo concretó en 1935 en colaboración con Boris Podolsky y Nathan Rosen (se le llama EPR por “Element of physical reality” y claramente por las iniciales de sus autores). De acuerdo con un criterio de completitud allí definido⁴⁴, y en base a argumentos físicos, concluían que la Mecánica Cuántica era incompleta.

Veamos que en su famosa afirmación “Dios no juega dados” torna evidente su creencia en un orden en la naturaleza y, al contrario de Bohr y Heisenberg, cree en una relación causal entre los hechos y los fenómenos de un mundo que existe objetivamente, “la ley causal rige todos los acontecimientos”, sostenía.

En una carta de 1944 dirigida a Born⁴⁵, Einstein decía, aludiendo al carácter probabilístico de la teoría cuántica: “Nos hemos convertido en antípodas en lo que se refiere a nuestras expectativas científicas. Tú crees en el Dios que juega a los dados, yo en un orden y una legalidad completas en un mundo que existe objetivamente, y que yo he tratado de capturar mediante recursos hartos especulativos. Yo creo firmemente, pero espero que alguien descubrirá un camino más realista, o tal vez una base más tangible que la que la suerte me ha permitido encontrar. Aún el gran éxito inicial de la teoría cuántica no me hace creer en este juego de dados fundamental, aunque soy perfectamente consciente de que nuestros jóvenes colegas interpretan esto como una consecuencia de la senilidad. Sin duda alguna, llegará el día en que sabremos cuál de estas actitudes instintivas fue la correcta.”

Einstein, como ya hemos señalado, era realista. Es decir, que para él el mundo tiene una existencia independiente del sujeto que la observa. Bohr y la escuela de Copenhague eran positivistas: consideraban que la Mecánica Cuántica se ocupa sólo de aquellas propiedades que

⁴⁴ Definen que cada elemento de realidad física debe tener una correspondencia en la teoría física. Llamamos a esto condición de completitud.

⁴⁵ Esta y la anterior cita fueron encontradas en la página de Internet:
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/31/htm/sec_7.htm

efectivamente se miden, pues no se puede ignorar la relación entre lo medido y el sujeto que mide.

Por último mencionaremos que Heisenberg entendía que Einstein no pudiera aceptar la interpretación de Copenhague pues se debía a su “realismo dogmático, el cual formula que no hay enunciados concernientes al mundo material que no se puedan ser objetivizados. Objetivizamos un enunciado si decimos que su contenido no depende de las condiciones bajo las que se verifica. El realismo práctico asume que hay enunciados que pueden ser objetivizados y que de hecho, la gran mayoría de nuestra experiencia diaria consiste en ese tipo de enunciados. El realismo práctico es y siempre será una parte esencial de las ciencias naturales, sin embargo, el realismo dogmático no es una condición necesaria de éstas. Cuando Einstein critica la teoría cuántica lo hace desde el realismo dogmático, pero la cuántica es un ejemplo de la posibilidad de explicar la naturaleza por medio de leyes matemáticas simples sin esta base dogmática.” [Heisenberg 1958, p.82-83]

3.4 Relatividad

Veamos ahora que en cuanto a la creación de la teoría de la relatividad, para Einstein no existe ningún método inductivo que pueda llevar a los conceptos fundamentales de la Física, de modo que no hay ningún método lógico que nos haga ir de la experiencia a los planteamientos de su teoría. Los casos más satisfactorios son sin embargo, en los que hipótesis fundamentales son sugeridas por la misma experiencia, como la teoría de la relatividad. “De cualquier modo, -señala Einstein-, cabe notar que para aprender del método que los físicos teóricos utilizan, hay que analizar sus realizaciones y no sus palabras. Esto es porque todo aquel que descubre algo en un campo cree que el producto de su fantasía es tan natural y necesario que lo considera un hecho real y no una imagen brotada del pensamiento; y quiere que así sea para los demás”[Einstein 1980, p.136].

Pero para Einstein la teoría de la relatividad especial es una *teoría de principios*⁴⁶, “su descubrimiento se debió al intento de adaptar lo mejor posible la teoría física a los hechos

⁴⁶ Para Einstein las teorías físicas son en su mayoría constructivas, o sea que intentan construir a partir de una base formal una imagen de sucesos más complejos; cuando se dice que un conjunto de sucesos de la

observados”[Einstein 1980, p.148]. Es entonces un método empírico, de sus principios se deducen criterios formulables matemáticamente y ellos sirven para satisfacer sucesos individuales como las imágenes teóricas. La teoría de la relatividad es como un edificio de dos plantas; está la base que es la teoría de la relatividad restringida y luego, incluyendo a la gravitación y su relación con las otras fuerzas generales, está la teoría general. Señala Einstein que puede decirse que la teoría de la relatividad es la culminación de la estructura construida por Maxwell y Lorentz. “No se trata tampoco de un acto revolucionario, sino de la evolución natural de un camino seguido a lo largo de los siglos. El abandono de los conceptos fundamentales de tiempo y espacio tal como habían sido concebidos hasta ahora no se debe interpretar como un acto voluntario. Ha sido condicionado por hechos observados” [Einstein 1980, p.148]. A continuación veremos cómo explica Einstein el desarrollo de la teoría de la relatividad.

La ley de constancia de la luz en el vacío, corroborada por el desarrollo de la electrodinámica y de la óptica, unida al experimento de Michelson para explicar la equivalencia de todos los sistemas inerciales (que es el principio de la relatividad especial o restringida) condujo a que se tuviera que relativizar el concepto de tiempo, o sea que fue necesario dotar a cada sistema inercial de su propio tiempo. Con el desarrollo de esta idea se hizo patente algo que antes no se había considerado con suficiente profundidad: la dependencia que existe entre las experiencias inmediatas por una parte, y las coordenadas y el tiempo por otra.

Menciona también que una de las características más especiales de la teoría de la relatividad es que se ocupa de elaborar con mayor rigor las relaciones que hay entre los conceptos generales y los hechos experimentales. “Para esto es válido siempre el fundamento de que la comprobación de un suceso físico se basa en último término en su clara y significativa relación con los sucesos experimentables”. Conforme a la teoría de la relatividad especial las coordenadas espaciales y el tiempo aún tienen su carácter absoluto: son medibles mediante relojes y cuerpos rígidos. Pero en la medida en que dependen del estado de movimiento del sistema inercial elegido, son relativos. El continuo tetra-dimensional (las coordenadas espaciales y el tiempo) que resulta de la unificación del espacio y el tiempo, mantiene según la teoría de la relatividad restringida, el

naturaleza han sido comprendidos, se quiere decir que se ha encontrado una teoría constructiva que abarca esos sucesos. Luego existen las teorías de principios, estas no utilizan métodos sintéticos sino analíticos, o sea que no se parte de una hipótesis y de elementos constructivos, sino de los resultados de la experiencia. Las teorías constructivas tienen las ventajas de su claridad, integridad y capacidad de adaptación. Las de principios, la integridad lógica y seguridad de fundamento. [Einstein 1980, p.143]

mismo carácter absoluto que poseían en la teoría anterior. De la interpretación de las coordenadas y del tiempo como resultado de una medición, se llega a la influencia del movimiento (respecto al sistema de coordenadas) en la forma de los cuerpos y en la marcha de los relojes, así como la equivalencia entre masa inerte y energía. [Einstein 1980, p.148-149]

Ahora, la teoría de la relatividad general debe su creación al hecho experimental de la igualdad numérica que hay entre la masa inerte y el peso de un cuerpo; de lo cual la mecánica clásica no ofrecía ninguna explicación. Se llega a una interpretación extendiendo el principio de relatividad a sistemas de coordenadas aceleradas uno respecto al otro. Esto condiciona la aparición de campos gravitatorios entre el sistema acelerado con respecto al otro. De esto depende que la teoría de la relatividad general, basada en la identidad entre inercia y peso, proporcione una teoría del campo gravitatorio.

La introducción de sistemas de coordenadas acelerados uno respecto al otro como sistemas de coordenadas equivalentes, junto con los fenómenos de la teoría de la relatividad restringida llevan a que las leyes que rigen la localización de los cuerpos rígidos en presencia de un campo gravitatorio, no responden a las reglas de la geometría euclidiana. Lo mismo ocurre con la velocidad de la marcha de los relojes. De esto se deduce la necesidad de unificar definitivamente la teoría del espacio y del tiempo. Esta generalización de la métrica es posible gracias a las investigaciones de Gauss y de Riemman, y descansa en el hecho de que la métrica de la teoría de la relatividad, restringida a regiones pequeñas, es también válida para el caso general. Esta evolución quita a las coordenadas espacio-tiempo cualquier existencia real. Lo métrico real sólo se presenta con la incorporación de magnitudes matemáticas que describen el campo gravitatorio a las coordenadas espacio-tiempo.

Hay otro origen histórico en el proceso de la teoría general de la relatividad. Esto es el problema de la teoría de Newton de que el movimiento sólo existe como movimiento relativo entre varias cosas. Pero el concepto de la aceleración que aparece en las ecuaciones de movimiento de Newton no figura dentro del concepto de movimiento relativo. Esto, según Einstein, forzó a Newton a introducir un espacio físico en relación al cual debía existir la aceleración, pero aunque esta introducción *ad hoc* del concepto de espacio absoluto sea lógicamente correcta, al mismo tiempo es problemática. Mach intentó modificarla, pero ahora este problema da otra razón para aceptar la teoría de la relatividad general ya que, según ésta, las propiedades del espacio están

influidas por la materia ponderable, lo que nos libra naturalmente del problema antes mencionado. [Einstein 1980, p.142-150].

En general, a lo largo del periodo de creación de la teoría de la relatividad (sobre todo de la restringida), Einstein sostuvo como ya hemos descrito al inicio del capítulo una posición muy cercana al positivismo, influido especialmente por Ernst Mach. La referencia a lo empírico era el comienzo y el fin de todo trabajo científico: éste era el más importante argumento que permitía hacer posible la revolución relativista, que tenía que prescindir del éter electromagnético y, sobre todo, de un marco espacio-temporal independiente de los sistemas de referencia. La forma más plausible de entender la teoría de la relatividad especial era tomarla como una teoría empírica, a pesar de lo revolucionaria y especulativa que pudiera resultar. Sin embargo, el desarrollo de la teoría de la relatividad general lo hizo alejarse del positivismo, ya que cree que la Física es el intento de construir conceptualmente (especulativa y libremente, como ya hemos mencionado) un modelo del universo real y de la estructura que le dan sus leyes. Esta es una posición metafísica que como ya hemos visto fue manteniendo y fortificando en el desarrollo de su trabajo científico, afirmando que el pensamiento objetivo, independiente de las variaciones empíricas llega a lo real (realismo dogmático).

El factor objetivo es la totalidad de los conceptos y relaciones conceptuales que se consideran independientes de la experiencia, es decir, de las percepciones [...] Mientras el pensamiento físico está justificado, por su capacidad de aferrar intelectualmente las experiencias, lo consideramos como un conocimiento de lo real. [Citado en Sanguineti 1992, p. 10]

En la teoría de la relatividad general se vislumbra ya el que la “realidad” no va a ser idéntica a los “acontecimientos”, que las experiencias sensoriales no se van a considerar como los bloques fundamentales que constituyen el “mundo”. En 1901 dice que “es un sentimiento maravilloso reconocer la unidad dentro de una complejidad de apariencias que para la experiencia sensorial directa parecen ser cosas separadas” lo que nos evidencia ya la gran importancia que dará a la unidad intuida y la limitación de la experiencia sensorial evidente.

Einstein se opone fuertemente al positivismo al criticar la idea de que la teoría sólo tiene sentido si se puede verificar. Esto se debe a que la verificación es muy compleja y nunca definitiva. Aunque menciona que a veces le parece imposible la oscilación entre empirismo y racionalismo.

Tampoco niega que hay veces en las que el investigador debe elegir intuitivamente entre varias teorías, pero sin duda predomina en él la idea de un realismo objetivo en la que las leyes de la naturaleza son realmente descripciones de la realidad. Ya mencionaba que:

La tarea principal del físico es pues abocarse a encontrar, mediante la pura deducción, esas leyes elementales, lo más generales posible, con que configura su imagen del mundo. No hay camino lógico que lleve a estas leyes fundamentales. Debemos dejarnos conducir por la intuición que se basa en una sensación de la experiencia. Podría pensarse, a causa de esta inseguridad del método, que hay muchos sistemas posiblemente arbitrarios de la física teórica: es una opinión que se justifica plenamente. Pero la experiencia demuestra que de todas las construcciones pensables hay una única superior y digna de atención. Nadie que haya profundizado de veras en esto podrá negar que el sistema teórico ha sido prácticamente determinado por el mundo de las suposiciones, pese que no existe camino lógico alguno que conduzca desde éstas hasta las leyes fundamentales. [Einstein 1980, p.131]

Podríamos fácilmente pensar que esta libertad de pensamiento tiene tendencias claramente racionalistas, no nos equivocamos. Creo que gran parte de la idea especulativa de Einstein recae precisamente en esta idea del pensamiento libre. Aunque de ningún modo es un racionalista puro pues la idea de realmente describir la realidad mediante las construcciones axiomáticas de la física es sin duda una postura realista que como ya hemos mencionado a lo largo del capítulo, es su convicción más profunda. Además Einstein tiene claro que la Naturaleza es la que va marcando la pauta⁴⁷ entre unas teorías y otras:

El teórico no debe ser envidiado. Pues la Naturaleza, o más precisamente el experimento es el juez más inexorable y poco amistoso de su trabajo. Nunca dice “Sí” a una teoría. En los casos más favorables dice “Tal vez”, y en la gran mayoría de los casos dice simplemente “No”. Si un experimento concuerda con una teoría, significa un “Tal vez” y si no concuerda significa un “No”. Probablemente toda teoría experimente algún día su “No”, la mayoría de las teorías lo experimentan tan pronto como son concebidas. [Einstein 1979, p. 19. Traducción de la autora]

Quisiera por último mencionar, aunque lo hicimos brevemente en la sección anterior que Einstein no aceptaba que la última descripción de la realidad fuese probabilística. Le preocupaba la renuncia a describir una estructura última del Universo. Einstein dedicó una gran parte de sus

⁴⁷ En el sentido de Villoro, la naturaleza es la que da las razones objetivamente suficientes al sujeto epistémico pertinente para justificar o no una teoría.

años de madurez a una resistencia a la visión probabilística de la Mecánica Cuántica. Sus experimentos mentales y razonamientos se mostraron fallidos con el tiempo y la Mecánica Cuántica se mostró exitosa en la gran mayoría de las pruebas. Para muchos físicos y filósofos esta era la mejor confirmación de los males de los científicos que se dejan arrastrar por prejuicios filosóficos y metafísicos: si el Einstein maduro hubiese sido fiel a su espíritu revolucionario habría aceptado la nueva física y despreciado sus impulsos realistas. [Hoffman 1987, p.192-196] Pero ésta es sólo una de las facetas del Einstein maduro, a pesar de que haya sido una de las más divulgadas como causa de que sus últimos años ya no fueran tan productivos. A mí me parece completamente errónea esta postura, pues más que revolucionario Einstein siempre fue fiel a sus ideales filosóficos de su concepción del mundo, la idea de un campo unificado muestran su clara intención de buscar la simplicidad más absoluta en los axiomas físicos. Su “necedad” realista no refleja más que sus honestas y profundas convicciones, producto de su desarrollo como científico, el cual sabemos es digno de apreciar. A pesar de que la Mecánica Cuántica ha tenido grandes avances, no se puede criticar a Einstein de su testarudez de rechazar sus interpretaciones, pues lo único que demuestra es concordancia con sus concepciones filosóficas que siempre fueron de gran influencia en su trabajo⁴⁸.

3.5 Su parte religiosa

Para concluir este capítulo mencionaremos una parte del pensamiento de Einstein, llamada su parte religiosa, de la cual hay partes que debemos resaltar como complemento de las ideas desarrolladas hasta ahora.

La posición realista de Einstein tiene que ver en gran medida con una posición de admiración hacia la armonía inherente que posee la naturaleza. En un discurso que da por el 60° aniversario de Planck menciona:

La esperanza en la visión de aquella “armonía preestablecida”⁴⁹ es la fuente de la inagotable perseverancia y paciencia con que Planck se consagra a los problemas más generales de la ciencia,

⁴⁸ En el sentido de Villoro, Einstein nunca tuvo razones objetivamente suficientes para cambiar sus creencias filosóficas, su convicción al respecto es muy clara.

⁴⁹ Einstein menciona en este mismo discurso que Leibnitz denominó esta expresión refiriéndose al sistema teórico que se determina por el mundo de las suposiciones, pese a que no exista camino lógico alguno que conduzca desde éstas hasta las leyes fundamentales.

sin dejarse desviar por metas más gratificantes y más fáciles de alcanzar [...] El sentimiento que sostiene esta capacidad es el mismo del religioso, el mismo del enamorado: la búsqueda cotidiana no surge de ningún plan ni de programa alguno, surge de una necesidad inmediata. [Einstein 1980, p.131-132]

De hecho en este mismo discurso Einstein confiere a Planck un lugar privilegiado entre los pocos científicos que entregan tanto su espíritu como su intelecto al anhelo innato de entender la armonía de la realidad, este anhelo es el que lleva a luchar contra todas las adversidades en la práctica a los genios científicos merecedores de un lugar privilegiado. Para Einstein, pocos de los cientos de científicos entienden realmente las sensaciones que produce descubrir la armonía del mundo.

La religión lleva a la ciencia porque la ciencia puede ser creada sólo por los que están íntegramente convencidos de las aspiraciones hacia la verdad y hacia la comprensión. Pero esta fuente de sentimientos nace en la esfera de la religión, a la que pertenece también la fe en la posibilidad de que las reglas válidas para el mundo de la existencia sean racionales, es decir, comprensibles a la razón. No alcanzo a entender a un verdadero científico sin una fe profunda. La situación puede expresarse con una imagen: la ciencia sin la religión es coja, la religión sin ciencia es ciega. [Einstein 1956, p.24]

Esta posición “religiosa” hacia el quehacer científico la encontramos esparcida en los textos de Einstein. Sugiere que el individuo siente la futilidad de los deseos y de las metas humanas, que el orden que se manifiesta tanto en la naturaleza como en el mundo de las ideas lleva a sentir la experiencia individual como una especie de prisión; esto conduce al deseo de experimentar la totalidad del ser como un todo razonante y unitario [Einstein 1980, p.22]. Hay una estrecha relación entre su epistemología y este aspecto “religioso” es a lo que llama como *Religiosidad Cósmica*, de la cual no surge un concepto antropomórfico de Dios como las religiones a las que estamos habituados. De esta manera Einstein difiere de la concepción histórica común de que la religión y la ciencia son irreconciliables, ya que considera a la Religiosidad Cósmica como el estímulo más alto de la investigación científica.

¡Qué fe más profunda en la racionalidad del universo construido, y qué anhelo por comprender, aún cuando fuera sólo una pequeña parte de la razón que revela este mundo, tenían que animar a Kepler y a Newton para que fueran capaces de desentrañar el mecanismo de la mecánica celeste con el trabajo solitario de tantos años! [Einstein 1980, p.23]

Mi religiosidad consiste en una humilde admiración ante un espíritu infinitamente superior que se revela en lo poco que, con nuestro entendimiento débil y transitorio, podemos comprender de la realidad. [Einstein 1979, p.66. Traducción de la autora]

Considera además que cualquier persona impregnada con la regularidad causal de todos los hechos, supondrá imposible el concepto de un ente que intervenga en todos los sucesos del Universo, ya que en la hipótesis de la causalidad no caben ni la religión del miedo ni la religión moral. De modo que la Religiosidad Cósmica es simplemente un estímulo que da la fuerza al investigador que empeña su vida en investigar el orden de la naturaleza, esta religiosidad de Einstein tiene que ver con una creencia en el Dios de Spinoza que se revela a sí mismo en la armonía de lo que existe. Quien sólo conozca el lado de las aplicaciones prácticas de la ciencia, jamás llegará a entender esta concepción.

El investigador está entonces impregnado por la causalidad de los hechos, su religiosidad se apoya en el asombro ante la armonía de las leyes que rigen la naturaleza, en la que se manifiesta tal racionalidad que toda contraposición con cualquier estructura del pensamiento humano aparece insignificante. *Es por ello que en esta época tan fundamentalmente materialista son los investigadores científicos serios los únicos hombres profundamente religiosos.* [Einstein 1980, p.24]⁵⁰

La causalidad completa se extiende a todo, de modo que todo se puede unificar en un sistema axiomático. Esta idea de causalidad se conecta directamente con el monismo filosófico de Spinoza, aunque Einstein ve realmente en la naturaleza la posibilidad de la realización de una simplicidad matemática pura.

Debemos aclarar que a pesar de esta religiosidad que ya describimos, no es que Einstein sea una persona que en sus investigaciones científicas rece y se ponga a servicio de un Dios. Se le puede llamar religiosidad pues es una creencia en una armonía preestablecida, pero no por las concepciones religiosas que usualmente asociamos al término. De hecho, encontramos una respuesta que Einstein hace a un niño de sexto grado de una escuela en Nueva York que le pregunta si los científicos rezan, y si sí, por qué lo hacen. El responde así:

⁵⁰ Las itálicas del texto son mías, subrayo esta oración pues me parece que engloba gran parte del pensamiento de Einstein en su concepción de la ciencia y de las causas de su dedicación a ésta.

He tratado de responder lo más simplemente posible. La investigación científica está basada en la idea de que todo lo que sucede está determinado por las leyes de la naturaleza, esto vale también para los actos de las personas. Por esta razón, un investigador científico difícilmente se verá inclinado a creer que los sucesos pueden ser influidos por una oración, es decir, por un deseo dirigido a un ser sobrenatural. Sin embargo, debe ser admitido que nuestro actual conocimiento de las leyes de la naturaleza es imperfecto y fragmentario, de modo que la creencia de la existencia de leyes naturales generales se basa en la fe en ello [...] Por otro lado, todo aquel que está seriamente involucrado con la búsqueda de la ciencia se convence de que hay un espíritu manifiesto en las leyes del Universo; un espíritu enormemente superior al del hombre y ante el cual nos sentimos humildes. De esta manera la búsqueda de la ciencia lleva hacia un sentimiento religioso peculiar, que de hecho es muy diferente de la religiosidad de alguien más ingenuo. [Einstein 1979, p.32-33. Traducción de la autora]

4. Contraste entre Einstein y Popper.

4.1 Similitudes

Una vez que hemos dado los rasgos generales de la trayectoria en las ideas filosóficas de nuestros personajes, podemos iniciar este capítulo contando un par de notas históricas acerca de ellos. Popper admiraba mucho a Einstein por su trabajo científico y veía en él lo que debía ser el paradigma de los científicos en cuanto a tomar riesgos al hacer conjeturas acerca de la realidad y no temer la falsación al contrastarla con la experiencia. Además, Popper estudió mucho la trayectoria de Einstein para sus propios trabajos filosóficos.

Popper y Einstein tuvieron su primer contacto en 1934. Después de que Popper presentó en *La Lógica de la Investigación Científica* un experimento ideal contrario a la interpretación de Copenhague del principio de incertidumbre de Heisenberg; Einstein tras leerlo le escribió una carta indicándole sus errores. El segundo encuentro ocurrió en Princeton en 1950, en el que sostuvieron una discusión acerca del carácter probabilístico de la teoría cuántica, en donde Popper cree haber convencido a Einstein de que tal carácter probabilístico no aparece en la física a causa de la falta de conocimiento del estado de las cosas. Aunque como ya hemos visto anteriormente, Einstein nunca desistió de intentar encontrar una teoría más completa (y no probabilística) que incluyera todas las demás.

Desarrollaremos en este capítulo varios puntos de concordancia entre las ideas de Popper y de Einstein, así como también sus puntos de conflicto como dos de los grandes realistas del siglo pasado (el tercero sería Planck).

Popper era un filósofo preocupado por el desarrollo del crecimiento de la ciencia. Como ya hemos mencionado este crecimiento es posible, para Popper, si todo el conocimiento científico es puesto en duda y se busca su falsación (teórica y experimental), ya que sólo las mejores teorías son las que sobreviven a todas las pruebas (no caen en contradicciones con sus intentos de refutación). Esta actitud crítica es una característica de la actitud racional que da la posibilidad de desarrollo de las teorías científicas. Popper ve la lógica deductiva como el sistema de principios (*organon*) del criticismo [Popper 1979, p. 31], definiendo posteriormente que sólo una teoría

formulada (*formulated*), a diferencia de una teoría creída, puede ser objetiva (está dentro del “mundo 3”); y es esta objetividad lo que hace posible el criticismo. Sabemos además que esta crítica popperiana debe verse como algo positivo, pues implica corrección en el conocimiento y una mayor aproximación hacia la verdad.

En este asunto Einstein tiene un claro punto común con Popper, ya que ambos creen en la libertad del pensamiento especulativo como base creadora de las teorías; de hecho Popper menciona que una de sus grandes fuentes de inspiración para librarse de “concepciones erróneas entre las ciencias y las pseudo ciencias⁵¹” fueron las teorías de relatividad de Einstein.

Einstein también cree (y de hecho, así lo practica) que hay que acercarse a las teorías anteriores y “corregirlas” en sus puntos débiles. Con esto no queremos decir que se pase a una teoría completamente distinta (en el sentido de Kuhn de que sean inconmesurables entre ellas), sino que se mejora en base a la crítica que se le hace. Un claro caso de esto lo podemos ver en el cambio de la mecánica newtoniana hacia la mecánica relativista, ya que la mecánica de Newton “sobrevive” como una aproximación válida dentro de la teoría relativista⁵². Para Einstein también existe este acercamiento a la verdad que refleja en una de sus famosas citas en las que usa la metáfora de que el progreso en el cambio científico es como el ascenso a una montaña, en la que un paisaje, a medida que se gana altura, se va viendo con una mayor perspectiva⁵³. Aunque ahondaremos en sus concepciones de verdad más adelante.

Otro punto que tienen en común en cuanto al desarrollo de la ciencia es que ambos opinan que no existe el método científico. Popper en su libro *Realismo y el Objetivo de la ciencia* dedica unas páginas a la inexistencia de “el método científico”, para él a lo único que se le podría llamar “método” consiste en la actitud crítica y en la disposición de discusión:

⁵¹ Recordemos que el criterio de Popper para distinguir las unas de las otras es su falsabilidad. De hecho menciona que gracias al análisis del trabajo de Einstein pudo superar el marxismo y el psicoanálisis de Freud.

⁵² Esta es una visión muy común de la aproximación de las leyes de Newton como caso particular de la teoría de la relatividad, sin embargo hay que tomar en cuenta que aunque prácticamente así es, los fundamentos filosóficos (espacio y tiempo) en ambas teorías son muy distintas, de modo que no se habla estrictamente de lo mismo.

⁵³ <http://www.spaceandmotion.com/Albert-Einstein-Quotes.htm>
Consultado el 19/12/2006. Traducción de la autora.

Las teorías científicas se distinguen de los mitos simplemente en que pueden criticarse y en que están abiertas a la modificación a la luz de críticas. [Popper 1983, p.47]

Einstein en este sentido también afirma que “The secret to creativity is knowing how to hide your sources” y “If we knew what it was we were doing, it would not be called research, would it?”⁵⁴

Con lo que podemos ver que con un poco de humor Einstein nota que tampoco para él hay un método científico, y como sabemos para él las teorías parten del pensamiento especulativo.

Quizás en este punto nos pudiera parecer evidente que no hay un método claro para llegar al conocimiento científico, pero me parece importante resaltarlo debido a la inercia basada en simplificaciones del positivismo que sostienen la existencia del llamado “método científico”⁵⁵.

Siguiendo en este punto, Popper, aunque fue cercano al círculo de Viena, fue de los opositores más fuertes al positivismo (y al inductivismo), criticando que concebir el cimiento de todo conocimiento científico en lo empírico es irrealizable. Popper le da más peso a la teoría, como lo hace también Einstein, aunque él lo hace después de haber sido un ferviente positivista defensor de Mach, con quien después tuvo grandes desilusiones.

Hay aquí un lugar de conflicto entre las ideas de Popper y Einstein. A pesar de que ambos creen en la libertad del pensamiento, ya hemos visto que Popper rechaza la búsqueda de fundamentos (pues todo conocimiento debe ser criticado y nunca tomado como algo fijo); mientras que Einstein sí busca un fundamento en el lenguaje matemático para describir la realidad, aunque después se da cuenta que esto no basta en sí, sino que hay que basarse en el pensamiento especulativo. Sin embargo, esta diferencia es muy sutil pues ambos coinciden en la crítica constante, de manera que la diferencia radica en que Einstein cree que se puede llegar a los fundamentos últimos, tesis que Popper no aceptaría.

Volviendo al tema anterior, ambos creen en la libre creación de la mente para desarrollar conjeturas teóricas que son contrastadas (para Popper) mediante severas pruebas que pretendan

⁵⁴ <http://www.humboldt1.com/~gralsto/einstein/quotes.html>

Consultado el 19/12/2006. “El secreto de la creatividad es saber ocultar tus fuentes”.

“Si supiéramos lo que estamos haciendo, no se llamaría investigación, ¿no creen? Traducción de la autora.

⁵⁵ Cabe señalar que en el proceso de justificación existen métodos, pero lo que aquí se señala es que para nuestros autores no hay nada fijo en la metodología como el llamado “método científico”.

falsificarla. Esta idea también la encontramos muy clara en Einstein en una cita que utilizamos en el capítulo anterior⁵⁶ que demuestra, si no con las mismas palabras, la base del principio de falsabilidad de Popper: la experiencia (las pruebas) puede decidir sobre la falsedad de una teoría, no sobre su verdad; en el sentido de Villoro estas pruebas nos dan (o no) las razones objetivamente suficientes para justificar nuestra teoría. Lo curioso es saber que esta cita de Einstein es de 1922, mientras que la tesis falsacionista de Popper fue ampliamente desarrollada en *La Lógica de la Investigación Científica* que fue publicada en 1934. Podemos observar que ambos llegan a ideas muy similares, cada uno a partir del desarrollo de su campo, pero logran converger porque comparten muchas ideas, sigamos en el desarrollo de esas ideas.

Podemos advertir que ambos emprenden sus ideas desde el convencionalismo, pues ven las teorías como libres invenciones o convenciones del pensamiento humano que son avaladas por sus consecuencias. En la época del convencionalismo (principios del S. XX, con su representante Poincaré) esta noción iba muy de acuerdo al positivismo, que renunciaba a conocer las causas verdaderas de los hechos y afirmaba que la ciencia debe limitarse a establecer relaciones entre los fenómenos observables, calificando cualquier pretensión ulterior como metafísica imposible. Sin embargo, tanto Popper como Einstein dan un paso más, ya que ambos como realistas (Einstein toma tiempo en convertirse en uno) creen que las teorías científicas corresponden a un intento de acercarse a la estructura intrínseca del mundo.

Los investigadores de aquella época [se refiere a la época después de Newton] creían que los conceptos y leyes fundamentales de la física no eran libres invenciones del pensamiento humano, sino que por abstracción podían deducirse de las experiencias, es decir, ser encontradas por un camino lógico. La revelación de la inexactitud de esta concepción fue llevada a cabo en realidad por la teoría de la relatividad general. Pues ésta mostraba que basándose en un fundamento que difería notablemente de los de Newton, se podían justificar los hechos de la realidad de una manera incluso más satisfactoria y global que la permitida por los fundamentos de Newton. [Einstein 1980, p.139]

⁵⁶ El teórico no debe ser envidiado. Pues la Naturaleza, o más precisamente el experimento es el juez más inexorable y poco amistoso de su trabajo. Nunca dice “Sí” a una teoría. En los casos más favorables dice “Tal vez”, y en la gran mayoría de los casos dice simplemente “No”. Si un experimento concuerda con una teoría, significa un “Tal vez” y si no concuerda significa un “No”. Probablemente toda teoría experimente algún día su “No”, la mayoría de las teorías lo experimentan tan pronto como son concebidas. [Einstein 1979, p. 19. Traducción de la autora]

Esta clase de libre invención no debe confundirse con un carácter subjetivista. Lo que Einstein trata de decir en este discurso de 1930 del que tomamos esta cita es que desde la simple experiencia no se pueden deducir las ecuaciones de Maxwell, que es imposible llegar a los conceptos y fundamentos de la física a partir de la simple observación, se necesita un carácter “libre” que después se contrastará con los hechos empíricos.

Popper por su lado tiene paralelamente ideas muy similares:

Nuestro intelecto no toma sus leyes de la naturaleza, sino que trata- con éxito variado- de imponer sobre la naturaleza leyes que él inventa libremente⁵⁷. Así, las teorías son invenciones nuestras: esto ha sido observado por los epistemólogos idealistas. Pero algunas de esas teorías son tan arriesgadas que pueden chocar con la realidad. Y cuando chocan, entonces sabemos que hay una realidad: algo que puede informarnos que nuestras ideas son erróneas. Y por esto, el realista tiene razón. [Popper 1982, p. 3]

Nos podemos percatar así que realmente sus ideas de cómo se construyen las teorías científicas tienen una base muy similar. Ambos, como ya hemos mencionado en los capítulos anteriores creen en un mundo externo independiente del sujeto que lo percibe⁵⁸. Es por esto que para Einstein es tan dura de aceptar la interpretación de Copenhague, pues para él la ciencia está fuera de la subjetividad: la realidad y el sujeto que lo percibe son dos entes separados.

En esta cuestión la metafísica de nuestros personajes es también bastante paralela. Einstein, a pesar de ser un poco escéptico de la metafísica en sus primeros años, con el tiempo se convence de una metafísica muy parecida a la de Planck en el sentido que le expresa a Schlick en una carta de 1930:

En general, tu presentación no corresponde a mi estilo conceptual porque encuentro toda tu orientación, por así decirlo, demasiado positivista [...] Te lo diré con toda claridad: la Física es el intento de construir conceptualmente un modelo del mundo real y de su estructura con arreglo a las leyes que lo rigen. Debe admitirse que debe presentar exactamente las relaciones empíricas

⁵⁷ Popper menciona que esta es su reformulación de la formulación kantiana que dice: “Nuestro intelecto no toma sus leyes de la naturaleza, sino que impone sus leyes sobre la naturaleza”

⁵⁸ Ya veíamos en el capítulo de Einstein una cita: La creencia de un mundo exterior independiente de los objetos percibidos está en la base de todas las ciencias de la naturaleza[...]. Popper lo establece también claramente con la postulación de sus tres mundos.

entre las experiencias sensoriales a las que estamos expuestos; pero ésta es la única manera en que está conectada a ellas [...] En resumen, me molesta la (poco clara) separación de realidad experimentada y realidad existente. Te sorprenderá el “metafísico Einstein. Pero todo animal de cuatro patas y dos patas es de facto, en este sentido, un metafísico”⁵⁹.

Ambos autores piensan que el mundo es independiente del acto mental con el que lo representamos. Para Einstein hay una clara diferencia entre la subjetividad y el mundo del que se ocupa la ciencia, como ya vimos para él es importante “salir de uno mismo” para poder entender las leyes fundamentales de la naturaleza que para él son totalmente objetivas. Es famosa una charla que sostuvo en Princeton en 1950 con Abraham Pais (autor de una biografía de Einstein) que era físico cuántico en la que le preguntó si realmente creía que la Luna estaba ahí solamente si se le miraba [Pais 1982, p.5], cuenta Pais que esa era una conversación de la interpretación de la mecánica cuántica y le sorprendía cómo un hombre que había contribuido tanto a la Física moderna podía seguir convencido en la causalidad que representaba a los científicos del S. XIX. Pero así era y precisamente su principal argumento con Bohr era el principio de complementariedad vs. la realidad objetiva (al menos eso es lo que Pais cree como esencia de las discusiones que presencié entre ellos). [Pais 1982, p.8]

Para Popper también hay una convicción de que el mundo es independiente de nuestro conocimiento de él. Popper tiene claras argumentaciones a favor del realismo metafísico, las cuales ya hemos señalado, que van en contra del fenomenismo de Berkeley y principalmente de Mach quien sostenía que cualquier objeto físico (como la Luna) no era una realidad sino una elaboración conceptual que resumía nuestras sensaciones para que pudiéramos desplazarnos con seguridad en el mundo⁶⁰. Como podemos percibir, este último representó un serio antagonismo para las posturas realistas tanto de Einstein como de Popper (y también de Planck). Einstein superó estas posturas machianas hasta después de que formuló la teoría de la relatividad general y por la gran influencia que tuvo Planck en él.

⁵⁹ Citado en Viviente 2003, p.32.

⁶⁰ Popper confiesa que “en el invierno de 1926-27 caí en el monismo neutral, sin darme cuenta de que era fundamentalmente igual a la teoría de Mach [...] Aunque abrigué la idea tentativamente durante un corto tiempo, para ver que podía hacerse con ella, no creí seriamente en ella durante más de una hora, es decir, hasta que descubrí su carácter idealista” [Popper 1983, p.131]

Para ambos la parte metafísica del realismo es parte del sentido común: un sentido común que tanto para Einstein como para Popper debe ser cuidadosamente analizado, Einstein decía que “Common sense is the collection of prejudices acquired by age eighteen”⁶¹, con lo que podemos ver que opina igual que Popper que el sentido común debe ser criticado en todo momento. Pero ellos se refieren a un sentido común como al que se refería Wittgenstein cuando hablaba de cómo un niño aprende a usar la palabra árbol [Wittgenstein 1969, 476-485], hay ciertas convicciones que están implícitas en nuestros actos diarios, no vamos por ahí dudando si realmente el piso existe, pues jamás daríamos ningún paso. Estas creencias no se expresan con palabras sino que están presentes en nuestra vida: son convicciones metafísicas que incluso es absurdo dudarlas. Así es tanto para Popper como para Einstein la existencia de un mundo objetivo.

Un desastroso miedo a la metafísica [es la] enfermedad de la filosofía empírica contemporánea. Este miedo parece ser un motivo de interpretar, por ejemplo una “cosa” como un “manejo de cualidades”, “cualidades” que pueden descubrirse, se supone, entre la materia prima de nuestros sentidos... Yo, por el contrario no creo que esté implicado ningún tipo peligroso de metafísica en admitir la idea de una cosa física (o un objeto físico) como una noción autónoma en el sistema, junto con la estructura espacio-temporal adecuada a ella. [Albert Einstein. Citado en Popper 1983, p.120]

Y Popper decía:

La realidad de los cuerpos físicos está implícita en casi todos los enunciados de sentido común que formulamos; y esto, a su vez, entraña la existencia de leyes de la naturaleza: así, todas las aseveraciones de la ciencia suponen al realismo. Estos argumentos hacen razonable el creer que hay leyes verdaderas de la naturaleza, aunque esta concepción no es verificable ni falsable, y es por tanto, metafísica. [Popper 1983, p.169]

Quizá pueda parecer redundante esta afirmación metafísica, pero para el escepticismo de la época hacia lo metafísico, era muy importante de defender para las posturas de ambos autores.

Un punto importante de desacuerdo, aunque sutil, entre Popper y Einstein es su posición ante el acceso a la verdad. Veamos primero que para Einstein la búsqueda del conocimiento es para el hombre racional una meta sin la cual no le es posible alcanzar conciencia de su propia existencia (en el sentido de que no podría comprender el mundo en el que vive y sus relaciones con él). La

⁶¹ <http://www.humboldt1.com/~gralsto/einstein/quotes.html>

Consultado el 19/12/2006. “El sentido común es la colección de prejuicios que adquirimos antes de los dieciocho años”. Traducción de la autora.

esencia de la búsqueda del conocimiento verdadero⁶² es lograr tanto un dominio lo mayor posible de los fenómenos experimentales como alcanzar una sencillez y economía en las hipótesis fundamentales. La compatibilidad definitiva de estas metas es cuestión de fe, dado el estado primitivo en el que se encuentra la investigación; y sin esta la fe de encontrar esta verdad, el hombre científico no tendría incentivos. Así que a pesar de que Einstein duda del estado actual de la ciencia, tiene una creencia profunda en que existen “LAS” leyes fundamentales, que él esperaba hallar con la unificación de los campos gravitatorios y electromagnéticos.

Popper, por su parte, rechazaba la idea de alcanzar la verdad, pero como sabemos aceptó la concepción de Tarski de que si una aserción es verdadera en una lengua, entonces lo es en cualquier otra lengua a la que se traduzca correctamente. Popper cree que la ciencia está en búsqueda de la verdad, pero jamás alcanzará una verdad absoluta, pues para él ésta no existe. Podríamos decir que para Popper uno se acerca con la corrección de las teorías (por medio de la falsación) a la verdad asintóticamente, es decir, que jamás se llegará a la verdad absoluta pues ésta es imposible de alcanzar.

La diferencia es que Einstein sí insinúa la posibilidad de llegar a una teoría unificada, aunque en muchas ocasiones menciona que una teoría nunca está acabada, o como decía en una cita que anteriormente mencionamos, la naturaleza nunca da un sí, sólo un tal vez. Es por esto que su posición queda un tanto ambigua. Aunque con su propuesta de unificar los campos, Einstein sí cree profundamente que se lograrán hacer inteligibles para el ser humano las leyes fundamentales de la naturaleza, aunque probablemente llevará un largo camino. Esto para Popper no es así pues siempre hay posibles refutaciones que se pueden plantear para mejorar las teorías o cambiarlas, y no hay un fin a este proceso.

Pero en cuanto a la manera de construir teorías que nos acerquen a la verdad hay un común entendimiento de que siempre las ideas son sorprendidas e inesperadas, que se necesita un cierto ingenio que va más allá del simple conocimiento:

⁶² En el sentido de “atar” nuestros saberes (conocimiento) a la realidad, como lo explicamos con Villoro.

Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world. Albert Einstein⁶³

En este sentido, a Popper le gusta mucho (la repite en varias ocasiones) la frase de Heráclito de que a la naturaleza le gusta ocultarse, pues opina que las verdades de la naturaleza que desafían a la mente humana son difíciles de desentrañar por la riqueza que ocultan. Dice Popper que la Física ha sido, con su maravillosa combinación de creatividad especulativa y su franqueza experimental, de fundamental importancia para desentrañar esta riqueza. Pero señala que no ha sido siempre la mejor herramienta la física y puede que no lo sea en un futuro. Este punto Einstein no lo tocó.

Hemos visto algunas de las posiciones comunes entre nuestros protagonistas, ahora pasaremos a la parte en donde hay una gran ruptura entre ellos: el determinismo y el indeterminismo. Pero para entender esta diferencia tenemos que ver antes varios conceptos de la postura popperiana ante la mecánica cuántica.

4.2 Una interpretación realista y de sentido común de la Teoría Cuántica.

Así es como se titula un prefacio que da Popper en 1982 a su libro *Teoría Cuántica y el Cisma de la Física, Post Scriptum a la Lógica de la Investigación Científica, Vol. III*, del cual hablaremos a continuación. Para Popper la gran tarea de toda ciencia natural y de toda filosofía es dar un panorama coherente y claro del universo. Para él, la gran crisis que sufre la Física en ese momento (1982) tiene una parte natural de una ciencia madura en la que surgen numerosos nuevos problemas y tiene otra gran parte que es un problema de entendimiento que viene desde la interpretación de Copenhague de la Mecánica Cuántica. Este problema consta de dos puntos, a

⁶³ <http://www.spaceandmotion.com/Albert-Einstein-Quotes.htm>

Consultado el 21/12/2006. “La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado. La imaginación abarca el mundo”. Traducción del autor.

saber, la introducción del subjetivismo en la Física y la idea victoriosa de que la Teoría Cuántica ha alcanzado una verdad final y completa. [Popper 1982, p.2-3]

Aunque para Popper el tema central es el realismo, es decir el hecho de que el mundo existe independientemente de nosotros, expresa que “el punto de vista erróneo del *realismo científico* es la implicación de que nuestras teorías científicas deben estar basadas en lo que de hecho podemos observar, esto es, en la información, en los “datos” que nos da la naturaleza”[Popper 1982, p.3. Traducción de la autora]. Esta, continúa Popper, es una postura que muchos científicos aún siguen y que Einstein rechazó, como ya lo vimos previamente. Esto ha guiado hacia una intrusión subjetivista o positivista o idealista de la interpretación de la ciencia.

El segundo punto de esta “intrusión subjetivista” tiene que ver con el surgimiento de la física probabilística que tomó importancia con Maxwell y Boltzmann. Esta teoría fue tomada mucho tiempo como conectada con nuestra “falta de conocimiento⁶⁴” (postura que Einstein sostuvo, aunque según Popper lo convenció de lo contrario en una discusión en 1950⁶⁵), lo cual nos fuerza a atribuir probabilidades a las distintas posibilidades de un sistema físico, lo cual es la base de la mecánica estadística.

Estos dos puntos juntos llevan a un rechazo positivista o idealista del realismo, motivado por la creencia de que “una física estadística fundamental e irreducible deber ser explicada por una barrera fundamental e irreducible a nuestro conocimiento (subjetivo)- una barrera (las relaciones de incertidumbre) que en su turno es objetiva, pero aún una barrera de lo que el sujeto puede conocer” [Popper 1982, p.5]. La creencia en la objetividad de esta barrera llevó con el tiempo a un cambio: la parte que jugaba la probabilidad se veía diferente. De modo que la física cuántica se tornó indeterminista objetivamente, y la probabilidad era algo objetivo.

Popper dice que su conjetura histórica es que en ese tiempo el dogma subjetivista estaba muy afianzado en la interpretación de Copenhague y que incluso Heisenberg cuando hablaba de las

⁶⁴ Conocimiento en el sentido de Villoro de lo que es saber.

⁶⁵ Cuenta Popper que le dio dos argumentos que lo convencieron rápidamente. Uno era que incluso si supiéramos todo, tendríamos que derivar información estadística de este conocimiento para responder lo que son esencialmente problemas estadísticos, como explicar la intensidad de un gas. El segundo argumento era que necesitamos premisas probabilistas para derivar conclusiones probabilistas. [Popper 1982, p. 4. Traducción del autor]

posibilidades objetivas nunca removi6 al sujeto (el observador) ni intent6 hacerlo. Adem6s sostiene que la terminolog6a utilizada ayud6 a acrecentar el embrollo.

El otro punto que mencionamos es la persistencia en la creencia de que la mec6nica cu6ntica es final y completa, lo cual es la raz6n m6s fuerte que tiene Popper contra la interpretaci6n de Copenhague. Popper admira a Bohr y a Heisenberg, pero su idea de que la mec6nica cu6ntica era la revoluci6n que nunca ser6a superada y que la f6sica hab6a llegado al “final del camino” (*end of the road*) le parece intolerable. Muchos otros, como Einstein, tambi6n cre6an intolerable esta idea y de hecho cre6an que habr6a muchos m6s niveles de entendimiento en la F6sica, probablemente en la f6sica nuclear. Aunque por suerte ya para el tiempo en el que Popper escrib6a esto se sab6a ya que la conclusi6n de Heisenberg no era cierta. Pero sin duda esta postura influy6 en el desacuerdo entre Einstein y Bohr. Menciona Popper que com6nmente se dice que Einstein fue vencido en la batalla, pero para 6l la verdad es diferente. El verdadero problema entre 6stos era si la mec6nica cu6ntica estaba o no *completa*⁶⁶. Para Einstein ninguna de sus propias teor6as estaban completas, las consideraba s6lo como un punto intermedio que evolucionar6a.

Pero, a diferencia de Einstein, Heisenberg realmente sinti6 que hab6a llegado a la soluci6n final (o a la “verdad final”) con sus descubrimientos. Heisenberg y algunos de sus colaboradores ve6an en la actitud cr6tica de Einstein como un signo de su testarudez hacia un modo de pensar pasado de moda. Cabe notar que despu6s la actitud de Heisenberg cambi6 mucho.

Por otro lado Bohr, se6ala Popper, ten6a una actitud muy diferente. Era b6sicamente un realista. Desde un inicio Bohr se enfrent6 con acertijos que le presentaba la cu6ntica y su modelo del 6tomo de 1913, dificultades que nunca pudo superar del todo. Dice Popper que cuando acept6 que la mec6nica cu6ntica era “el final del camino” lo hizo un poco por la desesperaci6n de que s6lo la mec6nica cl6sica era una descripci6n entendible de la realidad. “La mec6nica cu6ntica no era una descripci6n de la realidad, era imposible obtener una descripci6n as6 en la regi6n at6mica; aparentemente porque tal realidad no exist6a: la realidad entendible terminaba donde terminaban los alcances de la f6sica cl6sica. Lo m6s cercano al entendimiento del 6tomo era el principio de

⁶⁶ Esto es un caso de, en el sentido de Villoro, una comunidad epist6mica pertinente que tiene acuerdos claros en cuanto a la parte te6rica de una teor6a, pero un desacuerdo profundo en sus concepciones filos6ficas.

complementariedad” [Popper 1982, p.10]. Este principio, como ya hemos visto, hablaba de los límites de la física clásica, y por ende, del entendimiento. Podíamos entender la descripción de partículas y la de ondas, pero sabíamos que eran incompatibles y que al mismo tiempo ambas eran necesarias. Ese era el límite de entendimiento, y de cierto modo, el final de éste (que es muy diferente al final planteado por Heisenberg); de modo que se debía renunciar hasta cierto punto a la idea de entendimiento total.

Pero el vínculo del “principio de complementariedad” con la dualidad onda-corpúsculo se rompió cuando Born dio su interpretación del cuadrado de la amplitud de la onda como la probabilidad de encontrar la partícula y fue aceptada. Esto implicaba aceptación de la interpretación de partículas como básica. Desde ese momento, cuenta Popper, reinó el caos en el grupo de Copenhague.

Otro que en 1932 presentó una prueba a favor del carácter completo y final que tenía la mecánica cuántica fue John von Neumann. Él introdujo el concepto de “variables ocultas⁶⁷”, pero en ese mismo año se descubrieron el neutrón y el positrón y en 1933 Pauli sugirió la idea de otra partícula (el neutrino). Pero, ¿Entonces estas no eran (previamente) variables ocultas? Y si no, ¿qué eran entonces? Después de todo la mecánica cuántica era una teoría concreta de los átomos, una teoría de su estructura que poseía un núcleo positivamente cargado y una estructura a modo de cáscara de electrones negativos que explicaba propiedades concretas de los elementos químicos. En 1931, estas estructuras se asumían aún como la constitución de dos partículas materiales: el electrón y el protón; además de una partícula no material, el fotón. Todas las estructuras atómicas se explicaban en estos términos, incluyendo al núcleo atómico.

Pero en 1932 el positrón y el neutrón fueron descubiertos y en 1933 Pauli anunció en Bruselas su idea de la existencia de otra partícula para la que Fermi sugirió el nombre de neutrino.

⁶⁷ Para hacer su prueba más general, Neumann introdujo las variables ocultas como aquellos elementos tomados en cuenta en la teoría atómica que no eran tomados en cuenta en la mecánica cuántica. Neumann probó que tales variables no podían existir en la mecánica cuántica o, en otra interpretación, probó que la existencia de variables ocultas contradecía a la mecánica cuántica. [Popper 1982, p.11. Traducción de la autora].

Para Popper hubieron varias razones que hicieron a los físicos del momento no darse cuenta de que la aparición de estas partículas refutaban la idea de que la mecánica cuántica era el “final del camino”. Esbozaremos brevemente estas razones [Popper 1982, p.12-13].

1. Cuando se descubrió el positrón no fue bien recibido por Bohr, Heisenberg y Schrödinger. Pero después Dirac hizo que se aclamara como un éxito para la mecánica cuántica, pues ya había obtenido de su teoría la predicción de una partícula con carga positiva. Él había supuesto que esta partícula sería el protón pero encajaba con el positrón mucho mejor. De modo que el positrón, en lugar de ser una refutación se convirtió en una confirmación de la mecánica cuántica.
2. El neutrón fue menos problema pues al principio fue interpretado como compuesto de un protón y un electrón. Aunque después surgió una dificultad: la teoría cuántica no lograba explicar esta composición. Así que con el tiempo fue aceptada como nueva partícula que podría surgir como una transición común de un protón y un electrón hacia un neutrón o por la emisión de un positrón desde un protón.
3. Es entendible que ya con los previos descubrimientos, la especulación acerca del neutrino no escandalizara al grupo “final del camino” (como Popper los llama), aunque debería haber sido reconocida como una “variable oculta”; pero para este punto ya habían cambiado inconscientemente (o convenientemente) sus posiciones, incluyendo sus ideas acerca de las variables ocultas. Cuenta Popper que originalmente (en discusiones con Einstein) el nombre de “mecánica cuántica” era usado para la teoría del átomo, pero en esos tiempos ya se usaba más para referirse al formalismo matemático cuyo poder se expandía en diversos campos cada vez más. Pero este formalismo, por supuesto, había cambiado ya considerablemente, y creció mucho más lejos de la teoría original.
4. Cuando en 1935 Yukawa predice una nueva partícula (el mesón), la búsqueda de esta llevó al descubrimiento de varios tipos de mesones. Pero ninguno de estos fue identificado como “variables ocultas”, incluso después de que las variables ocultas fueron liberadas del postulado inicial de Neumann de que éstas deberían tornar la teoría probabilista en una determinista.

La cuántica siguió creciendo en sus campos de aplicación. Pero a pesar de esto la defensa de Bohr en contra de Einstein, en cuanto a la tesis de que la mecánica cuántica estaba completa, fue históricamente sostenida como válida a pesar de que su carácter incompleto se mostró a través de la historia y la teoría cambió, aunque no en el modo que Einstein hubiera esperado.

La situación de la física actual no se puede entender sin tener en cuenta esta base histórica que hemos trazado. El experimento mental propuesto en 1935 por Einstein, Podolsky y Rosen (EPR) fue dirigido contra la oposición al realismo de la interpretación de Copenhague. El argumento de este experimento ha guiado a muchos desarrollos en la teoría cuántica.

El argumento original del EPR era un reto a la interpretación de Heisenberg de las “relaciones de incertidumbre” que es característica de cualquier teoría de ondas. Para Heisenberg (y para el grupo de Copenhague) estas relaciones son válidas para todas las medidas⁶⁸ en todas las partículas elementales. Esto no fue en un inicio entendido como parte del formalismo (como de la ecuación de Schrödinger) sino que fue mostrado por Heisenberg aplicando el formalismo a un número pequeño de situaciones físicas que se pudieran describir como medidas. Heisenberg trató de explicar las limitaciones que su interpretación imponía en todas las posibles medidas, señalando que si medimos una partícula elemental interactuamos con ella, es decir que intervenimos en ella. Esta interpretación quería decir que las partículas tenían una posición y un momento precisos, pero al interferir con ellas al medirlas, no podríamos medir ambas precisamente. La interpretación cambió cuando Schrödinger sugirió que la partícula podía ser representada por un paquete de ondas, o más bien serlo.

El argumento EPR va en contra de la visión de que una partícula no puede tener al mismo tiempo una posición y un momento precisos y en contra de la idea de que toda medición de la posición debe interferir con el momento de la partícula y viceversa. En el EPR se asume que no hay acción a distancia (“el principio de localidad”), lo cual quiere decir que objetos separados que no interactúan son independientes. No tiene mucho caso entrar aquí en detalles del experimento planteado en sí, sino en las preguntas que suscitó. Una de ellas era si la interpretación de

⁶⁸ Todas las medidas de una variable y una segunda variable que no conmute con la primera para todas las partículas elementales.

Heisenberg era correcta, o sea que si la indeterminación puede ser explicada como debida a la interferencia del observador con el objeto. La segunda era si hay o no acción a distancia.

La acción a distancia es excluida por la teoría especial de la relatividad. Si hubiera acción a distancia, entonces la teoría de la relatividad debería ser corregida. Pero ni Einstein ni Bohr ni Heisenberg sugirieron jamás abandonar la localidad. Pero Einstein en 1948 escribe un artículo contra la interpretación de Copenhague en donde formula primero el principio de localidad y muestra que los principios de la mecánica cuántica, de acuerdo con dicha interpretación, son incompatibles con el principio de localidad; de manera que si la mecánica cuántica es cierta como la interpreta Bohr, entonces debe haber acción a distancia.

Einstein admite inmediatamente que el principio de localidad no es explícito de la teoría cuántica y que no encuentra hechos físicos que le hagan ver que se debe abandonar el principio de localidad, concluye que “En cualquier caso uno no debe, en mi opinión, en la búsqueda de una base unitaria para la Física, volverse dogmático a las formulaciones de las teorías contemporáneas”[Popper 1982, p.21]. La respuesta a esta dura crítica es que creen que Einstein realmente no interpreta bien la mecánica cuántica.

Pero después David Bohm hizo un replanteamiento del EPR en donde cambió la posición y el momento por el espín. Bell vio que era posible un experimento crucial con la versión de Bohm del EPR. Este consiste en que teniendo dos partículas A y B cuyos espines interactúan, hacemos que el experimento sea respecto a una partícula polarizada, B. De acuerdo con la cuántica, si hacemos algo a la A algo debe pasarle simultáneamente a la B; mientras que de acuerdo a la teoría realista y local, la partícula B no debería ser afectada, al menos no simultáneamente.

Hasta el año 1964, este debate penetró las discusiones de la filosofía de la ciencia. Hasta que John Bell propuso una forma matemática para poder probar la paradoja EPR. Bell logró deducir unas desigualdades asumiendo que el proceso de medición en mecánica cuántica obedece leyes deterministas, y asumiendo también localidad, es decir, teniendo en cuenta las críticas de EPR. Si

Einstein tenía razón, las desigualdades de Bell son ciertas y la teoría cuántica es incompleta. Si la teoría cuántica es completa, estas desigualdades serán violadas.

Desde 1976 en adelante, se han llevado a cabo numerosos experimentos y todos ellos han arrojado como resultado una violación de las desigualdades de Bell. Esto implica un triunfo para la teoría cuántica ya que no se comprueban las hipótesis de Einstein sino que se refutan, de modo que la teoría cuántica es completa. Popper admite que estos resultados le han sido profundamente sorprendidos. Sin embargo Popper no abandona su interpretación realista de la física (ni tampoco la localidad), probablemente se debe a que se rompen demasiadas ideas que se tienen en el sentido común (aunque esto no sea un argumento contundente sino un apego a su concepción del mundo).

Al contrario, él piensa que estos experimentos no tienen porque afectar al realismo, a pesar de que se acepte que hay acción a distancia. Popper dice [Popper 1982, p. 25-30] que el modo normal en que las cosas pasan va de acuerdo con la localidad y es de hecho, bastante distinto que los resultados de los experimentos que se han llevado a cabo. Si aceptamos la acción a distancia, debemos permitir un modo “anormal” así como uno “normal” en que las cosas suceden en el mundo. Esto sería una sacudida muy fuerte al sentido común, pero como ha dicho ya, debemos estar siempre abiertos al criticismo. Y no solamente se enfrentan estos experimentos con el sentido común, sino también con todo lo que sabemos de astronomía y con el éxito técnico que ha tenido la física; pues todo esto sugiere la realidad del tiempo y la exclusión de la acción a distancia, aunque claro, este sentido común también debería estar abierto a criticismo y a cambiar, según el mismo Popper.

Hemos visto brevemente en esta sección la postura de Popper en torno a la teoría cuántica, así como el desarrollo histórico de varias de sus ideas en torno a ésta. A continuación veremos cómo estas ideas chocaron con las de Einstein, llevándolos a tener un gran punto de ruptura: el indeterminismo.

4.3 El gran punto de ruptura entre Popper y Einstein:

El indeterminismo.

Una vez examinado este panorama histórico podemos ver por qué las críticas a la interpretación de Bohr y Heisenberg son vistas por muchos físicos de la época y posteriores (sobre todo de los partidarios de Copenhague) como opiniones reaccionarias que buscan aferrarse a los días de la física clásica y al determinismo. Popper en este libro (*Teoría Cuántica y el Cisma de la Física*) habla de que sus críticas en el principio de los treinta de la interpretación de Copenhague se basaban en las tendencias anti racionalistas que le eran inherentes y que la responsable de estas tendencias era la interpretación subjetiva de la probabilidad. Está convencido de que la mezcla entre las interpretaciones subjetivas y objetivas de la probabilidad han creado los síntomas irracionistas tales como el sueño de la interferencia cuántica teórica del sujeto con el objeto de conocimiento. Lo que no había visto, dice, era la conexión entre esta mezcla y la interpretación determinista de la física clásica. Puede que el prejuicio determinista inconsciente sea el principal culpable de la teoría subjetiva de la probabilidad y su consecuencia: la invasión del misticismo en la Física [Popper 1982, p. 99].

Uno de los aspectos más importantes que tuvo como consecuencia la discusión de las interpretaciones del formalismo de la cuántica fue que hubo realmente una escisión ideológica entre los físicos. Estaba por un lado la ortodoxia cuántica guiado por Bohr, Heisenberg y Pauli, aunque otros como Born y Dirac también estaban en este grupo. Los heterodoxos eran Einstein, Schrödinger, Bohm y de Broglie; pero no había coincidencia entre ellos en sus interpretaciones⁶⁹. De hecho, muchos físicos jóvenes de la época huyeron de estas discusiones filosóficas considerándolas (erróneamente) sin importancia⁷⁰. El grupo ortodoxo trató de establecer que para mejorar la teoría cuántica había que generalizar el formalismo matemático y aprender a usarlo en lugar de reinterpretar las teorías para entender la situación físicamente (que era lo que proponían

⁶⁹ Aunque claro, es imposible trazar una línea clara divisoria entre ambos grupos. No es que se hable de “buenos contra malos”

⁷⁰ Popper continúa en este punto hablando de que este grupo de jóvenes físicos han crecido en un periodo de sobre especialización y de desprecio hacia las generaciones anteriores no especialistas. Para Popper esta tradición puede fácilmente llevar la final de la tradición científica y a su reemplazo por la tecnología.

los disidentes), lo cual según Popper es ahora tomado por hecho por las nuevas generaciones, lo cual es una postura instrumentalista con la que, como ya vimos, no está de acuerdo.

Esto resultó en un debate que como hemos visto es sumamente complejo. A los realistas como Einstein y Schrödinger les afectaba pues creían que las teorías explicaban la realidad física. Einstein le escribió a Born en 1944 “I believe in a world of something objectively existing which I try to catch in a wildly speculative way”⁷¹[Citado en Popper 1982, p. 102]. Aunque Einstein creía que aunque sus teorías fueran especulativas, debían ser severamente probadas, de modo que consecuentemente tenían que ser instrumentos para la predicción, pero no sólo eso. En cuanto a Popper ya hemos visto claramente su oposición al instrumentalismo, así que pasaremos a la discusión de la cuántica referente a la teoría probabilística.

La relación que sostuvieron Popper y Einstein tenía que ver fuertemente con la interpretación filosófica de la mecánica cuántica. Ambos criticaron siempre la interpretación de Copenhague por su carácter subjetivo y positivista, pero Popper se tornó finalmente a favor de un *indeterminismo objetivo* con su “teoría de propensiones” (de la cual hablaremos más adelante), mientras que Einstein sostenía una tesis puramente determinista.

Como ya hemos visto, Einstein sostenía que la ciencia llevaba al hombre a salir del subjetivismo para entender la (inteligible) realidad física. Einstein en su determinismo absoluto asevera es una carta que le escribe a Otto Juliusburger, un amigo alemán, en 1943:

Tu tomas una posición definitiva acerca de la responsabilidad de Hitler. Objetivamente, después de todo, no existe la voluntad libre. Pienso que debemos resguardarnos de la gente que es una amenaza contra otros, más allá de lo que motive sus actos. ¿Qué necesidad hay de un criterio de responsabilidad? Creo que la deterioración horrorosa en la conducta ética de la gente hoy en día se debe principalmente a la mecanización y deshumanización de nuestras vidas- productos desastrosos del desarrollo científico y tecnológico. Nostra culpa! No veo ningún modo de afrontar esto a corto plazo. El hombre se enfría más rápido que el planeta en el que vive. [Einstein 1979, p.81-82].

⁷¹ “Yo creo en un mundo que existe objetivamente, el cual trato de entender en una manera completamente especulativa”. Traducción del autor.

Para Popper, en un sentido amplio de las fuertes implicaciones de estas aseveraciones, si todo estuviera absolutamente determinado en sus causas, no habría distinción alguna entre pasado y futuro, lo cual nos privaría de tener libertades y nos excluiría de la responsabilidad de nuestros actos, hecho inaceptable para Popper (y concuerdo). Además, en el sentido de las implicaciones dentro de la física, para Popper esta reducción determinista es inaceptable y sorprendente pues si bien está en contra de la interpretación de Copenhague en la que el sujeto que observa juega un papel principal, no está de acuerdo en abandonar al sujeto completamente.

La primera consecuencia del determinismo absoluto es la supresión del tiempo que se homologa con el espacio (tal y como Einstein lo creía), pues ya está todo dado. La creencia en el tiempo sería solamente una ficción, pues la vida sería como una película en la que ya todo está dicho y hecho y nada podría modificarse. Este determinismo data como principio básico de las ciencias naturales desde Laplace y lo que nos dice es que si conocemos el estado actual de un sistema físico (i.e. su posición y momento) podemos predecir lo que pasará y lo que pasó con ese sistema, al menos en principio, pues esto depende de la complejidad de las ecuaciones. Puede ser que Einstein no tuviera tal grado de determinismo radical, pero no aceptaba el indeterminismo; estaba claro de que creía en leyes de la naturaleza que fueran deterministas en el sentido de Laplace, pero con el principio de incertidumbre de Heisenberg se venía abajo esta idea que era justamente lo que Einstein no aceptaba y se lo adjudicaba a la falta de conocimiento actual, creyendo firmemente que esto se superaría. Para Popper el realismo tiene que abrirse al indeterminismo. En su autobiografía comenta una charla con Einstein en 1950:

Yo intenté persuadirle de que abandonara su determinismo, que conducía a la concepción de que el mundo era un universo cerrado parmenídeo de cuatro dimensiones, en el que el cambio era una ilusión humana, o algo muy parecido. (Él corroboró que esta había sido su concepción, y mientras discutíamos lo llamé Parménides). Yo argumenté que si los hombres, u otros organismos, podían experimentar el cambio y la sucesión genuina en el tiempo, entonces es que este era real. También usé argumentos de evolución [...] [Popper 2002, p. 207]

Einstein buscaba la realidad objetiva y absoluta en las relaciones matemáticas invariantes bajo todas las transformaciones de coordenadas, así lo planteó en la relatividad general. Había unido el realismo con su idea de unificar toda la física con la teoría de un campo unitario, que superaría a

la mecánica cuántica. Popper pensaba que esta idea era errónea, menciona dentro de algunas de las ideas que discutió con Einstein en 1950:

La realidad del tiempo y del cambio me parecía ser el punto esencial del realismo. (Aún lo considero así, y ha sido así considerado por algunos oponentes idealistas del realismo, tales como Schrödinger y Gödel) [...] Argüí que no deberíamos permitir que la influencia de nuestras teorías nos llevase a renunciar, con demasiada facilidad, al sentido común. Era claro que Einstein no deseaba renunciar al realismo (que encontraba en el sentido común los argumentos más claros a su favor), aunque pienso que como yo, estaba dispuesto a admitir que algún día podríamos vernos forzados a renunciar a él si se aducían en su contra argumentos muy poderosos (digamos, del tipo de los de Gödel) [...] Y recurriendo a su propio modo de expresar las cosas dije: Si Dios hubiese querido colocar desde el comienzo cada cosa en el mundo, habría creado un universo sin cambio, sin organismos ni evolución, sin hombre y sin experiencia de cambio en el hombre. Pero, al parecer, pensó que en un universo viviente con eventos inesperados incluso para Él mismo sería más interesante que un universo sin vida. [Popper 2002, p. 209]

Popper piensa que como el tiempo de nuestro pasado y de nuestro futuro son asimétricos, hay diversidad en ellos. Gran parte de la postura indeterminista de Popper también tiene que ver con sus convicciones políticas y éticas⁷². Para Popper, a pesar de que hay leyes naturales, no podemos pensar que todos los detalles en el futuro están prefijados por éstas.

Es en este sentido que Popper fija una postura entre el indeterminismo de los cuánticos ortodoxos y el determinismo de Einstein. Prefiere pensar que la realidad posee una mezcla de determinismo y de indeterminismo, de modo que las leyes son siempre de carácter flexible y nunca absolutas. Para Popper (y como es aceptado hoy en día) el carácter probabilístico es natural y objetivo: así es como se comporta la naturaleza. Veremos a continuación el desarrollo del indeterminismo objetivo de Popper.

Popper dice que los deterministas creen realmente en una interpretación subjetivista de la probabilidad pues es la única posibilidad razonable de verla para ellos (que son así por nuestra

⁷² De hecho, Popper desarrolla en muchos de sus trabajos, en los que para fines de la tesis no podemos ahondar, ideas acerca de la sociedad abierta, en las cuales es muy clara su postura en sus creencias indeterministas que dan, entre muchas otras cosas, responsabilidad al humano por sus acciones. Ver, por ejemplo su libro *The open society and its enemies*.

falta de conocimiento de las condiciones iniciales de los sistemas), pues las probabilidades objetivas son incompatibles con el determinismo.

El desarrollo del indeterminismo objetivo de Popper se basa en su interpretación propensivista, la cual “puede considerarse en relación con la interpretación clásica, que define la probabilidad como el número de casos favorables dividido entre el número de casos posibles. Esto sugiere que podemos interpretar la probabilidad como una medida de las posibilidades. Si, y sólo sí, puede contarse el número de posibilidades y si todas esas posibilidades son iguales, tenemos un caso al que es claramente aplicable la definición clásica. Así, la interpretación de las probabilidad como una medida de las posibilidades es una generalización natural de la definición clásica. Además, la interpretación propensivista está estrechamente relacionada con la interpretación que considera la probabilidad como una medida de las posibilidades. Lo único que añade a esto es una interpretación física de las posibilidades, a las que no considera como meras abstracciones, sino como tendencias o propensiones físicas a producir el estado posible de cosas, tendencias o propensiones a realizar lo que es posible. Y supone que la fuerza relativa de una tendencia o propensión de este tipo se expresa en la frecuencia relativa con la que logra realizar la posibilidad en cuestión.” [Popper 1983, p.326].

Continúa Popper explicando que así las frecuencias relativas son los resultados o expresiones exteriorizadas de una tendencia o propensión física no observable directamente y una hipótesis relativa a la fuerza de esta disposición o tendencia física puede contrastarse por medio de contrastaciones estadísticas, o sea de observaciones de frecuencias relativas. Para Popper estas propensiones son tan físicamente reales como las fuerzas de atracción o repulsión. La interpretación frecuencial, según Popper, es un intento de prescindir de la realidad física oculta pero que sólo puede explicar enunciados de probabilidades singulares⁷³ y que atribuye al suceso único una probabilidad *solamente* en la medida en que este suceso único es un elemento de una sucesión de sucesos con una frecuencia relativa.

Al contrario, la interpretación propensivista atribuye una probabilidad a un suceso único como representante de una sucesión *virtual* de sucesos, más que como elemento de una sucesión real. La interpretación propensivista ve cada caso como resultado de una propensión o quizá como el

⁷³ Tales como existe una probabilidad de $\frac{1}{2}$ de que salga sol la próxima vez que tire la moneda.

resultado de propensiones encontradas, aunque estas sólo puedan contrastarse estadísticamente. Esta interpretación encaja perfectamente con el programa de Popper de proponer hipótesis y contrastarlas mediante experimentos.

Popper llama interpretaciones objetivas a la interpretación frecuencial y a la propensivista, las cuales suponen que la probabilidad de que salga sol en la tirada de una moneda depende solamente de las condiciones físicas y no del estado de nuestro conocimiento. Llama interpretaciones “subjetivas” a las que consideran que esta probabilidad depende del estado de nuestro conocimiento (subjetivo) o quizá del estado de nuestras creencias. [Popper 1983, p.326-328]. Aunque para Popper las interpretaciones subjetivas son bastante absurdas y cuando se muestran como tales los físicos tienden a adoptar una postura objetiva. De hecho, dice, siempre se observan oscilaciones entre ambas interpretaciones⁷⁴, sobre todo en el grupo de Copenhague. A continuación veremos las objeciones que hace Popper contra el subjetivismo en la Física en su libro autobiográfico *Búsqueda sin término*.

Popper considera que los físicos (y también él) llegaron a convencerse de que la mecánica cuántica, a diferencia de la mecánica estadística, no era una teoría de totalidades, sino de la mecánica de partículas fundamentales individuales. Por otra parte, esos físicos estaban convencidos de que también era una teoría probabilística. Como teoría mecánica de partículas fundamentales tenía un aspecto objetivo; como teoría probabilística, tenía un aspecto subjetivo. De modo que se trataba de una nueva teoría fundamental que combinaba el carácter objetivo con el subjetivo. Pero Einstein no opinaba igual, el mismo Popper lo comenta:

Para Einstein las teorías probabilitarias, tales como la mecánica estadística [...] no eran ni teorías físicas fundamentales ni teorías objetivas: eran, más bien, teorías subjetivistas, teorías que debemos introducir debido *al carácter fragmentario de nuestro conocimiento*. Se sigue que la mecánica cuántica, a pesar de su excelencia, no es una teoría fundamental, sino incompleta (porque su carácter estadístico muestra que funciona con un conocimiento incompleto), y que la teoría objetiva o completa que hemos de buscar no debería ser una teoría probabilitaria, sino determinista. [Popper 2002, p. 247]

⁷⁴ Un claro ejemplo de cómo los enunciados estadísticos que deberían ser interpretados objetivamente son comúnmente malinterpretados se da en la mecánica estadística.

Popper considera que ambas posturas pueden entenderse si se toma en cuenta que la única interpretación objetivista de la probabilidad discutida en los finales de la década de los veinte era la interpretación de frecuencia, pero como ya hemos visto hablamos aquí de un evento singular. Esa objetividad deviene problemática, de modo que puede afirmarse que respecto a los eventos singulares las probabilidades evalúan meramente nuestra ignorancia. Porque la probabilidad objetiva nos dice solamente lo que sucede por regla general si se repite muchas veces un tipo de evento, pero sobre el evento singular en sí no nos dice nada [Popper 2002, p.248]. Es justo en este punto de subjetividad que Popper introdujo la interpretación propensiones de la probabilidad.

Otro ejemplo de teorías subjetivistas es la interpretación de la tendencia de un sistema de aumentar su entropía es directamente proporcional al conocimiento que tengamos sobre este (entre más conocimiento, menos entropía), lo cual aunque hoy en día nos suene absurdo (como a Popper), fue usado implícitamente por físicos de la talla de Pauli. Pero para Popper el carácter objetivo de la mecánica cuántica es innegable, así como el indeterminismo moderado, es decir, que no todo es determinista.

El indeterminismo y la interpretación de propensiones de probabilidad permiten para Popper tener todo un nuevo panorama del mundo físico: todas las propiedades de éste son disposicionales, y el verdadero estado de un sistema físico puede ser concebido como la suma de todas sus disposiciones o potencialidades. El cambio, de acuerdo a esta visión consiste en la realización de una de esas potencialidades. Estas realizaciones consisten de nuevo de potencialidades que difieren de las potencialidades de las que son realización. Como vemos, esta visión corresponde a la del sentido común (en el sentido de que cada acción abre las posibilidades de otras acciones y así sucesivamente), y nunca deja de lado la posición realista. Este sistema, dice Popper, “da pie a la posibilidad de dar una reinterpretación indeterminista del programa objetivo de Einstein y al mismo tiempo dar una reinterpretación objetivo-realista de la teoría cuántica. Esta visión es la de un mundo que tiene cabida para la libertad del hombre y para su razón” [Popper 1982, p.160. Traducción de la autora].

Einstein (también Schrödinger y de Broglie), como ya hemos visto, es un realista y un determinista; es objetivo con respecto a los objetivos de la teoría física pero podría decirse que subjetivo con respecto a la interpretación de la teoría probabilística. La escuela de Copenhague es indeterminista e instrumentalista, y oscilan entre las interpretaciones objetivas y subjetivas. Para Popper, en cambio el indeterminismo es compatible con el realismo y este hecho hace posible adoptar una epistemología objetiva, una interpretación objetiva de la teoría cuántica y de la probabilidad.

Aunque no me gusta la rama subjetiva de la interpretación ortodoxa, estoy de acuerdo con su rechazo del determinismo de Einstein, Schrödinger y Bohm, y con su oposición de las teorías deterministas *prima facie*. [Popper 1982, p. 175]

El “sueño metafísico” de Popper (en el sentido de que son intentos de formular nuestras esperanzas y anticipaciones en el desarrollo del conocimiento) está basado en el indeterminismo y en el carácter probabilístico de las leyes de la naturaleza. Al mismo tiempo, menciona, y sin ser incoherente, su sueño también abarca la idea de Einstein de un programa de la realidad física que esté determinada por leyes deterministas *prima facie*, pero es una realidad que consiste de propensiones. Esto hace posible unir los dos puntos de vista, el determinista y el indeterminista, en una manera natural por medio de un argumento de correspondencia (en el que las teorías deterministas son aproximaciones de las teorías indeterministas, como la física clásica lo es en algunos casos de la teoría cuántica); y sugiere al mismo tiempo una teoría de la materia que explique las partículas por medio de conceptos de campos [Popper 1982, p. 176-177].

Pero el indeterminismo que plantea Popper proviene de la naturaleza del mundo, no como lo hace la interpretación ortodoxa que trata de explicarla por medio de nuestra propia interferencia con el proceso físico. Esto sería, según Popper, como pensar que el mundo sería determinista si no hubieran hombres interfiriendo con él. De esta manera para los ortodoxos no tiene sentido hablar de una realidad externa que está ahí aunque nadie la mire.

En el indeterminismo, para Popper, no hay teoría que pueda predeterminar completamente los eventos en el futuro, si queremos predicciones precisas, debemos estar muy cercanos en el tiempo al momento que queremos predecir. Y esto es tan intuitivo, dice Popper, que tiene que ver incluso con la vida cotidiana.

Podemos así ver claramente el alejamiento entre el determinismo de Einstein y el indeterminismo objetivo de Popper, con sus grandes separaciones en sus interpretaciones de la teoría cuántica y con el punto siempre común del realismo que para ellos como ya hemos visto era un principio.

La teoría cuántica cambió radicalmente la forma de percibir la realidad física y transformó la idea de cómo se comportaban las leyes de la naturaleza. Sin embargo, no creo que la cuántica haya modificado a la ciencia hacia un indeterminismo radical, creo como Popper que más bien no todo está determinado. Lo que sí cambió en contraste con la física clásica es que en la cuántica no se pueden tener posiciones y velocidades determinadas con exactitud (por el principio de incertidumbre), en lugar de esto se tiene la función de onda que con sus propiedades nos da la probabilidad de encontrar a la partícula en alguna posición, de encontrar su velocidad, y estos cálculos sí son precisos. Sabiendo la ecuación de onda en un tiempo, podemos conocer sus valores en otros tiempos con la ecuación de Schrödinger. De esta manera aún hay un tipo de determinismo (podemos predecir combinaciones de posición y velocidad de las partículas), pero es distinto al que concibió de Laplace, y claro, al que pensaba Einstein. Lo que hay que aceptar entonces es la evolución de este concepto y del modo de conocer la realidad física.

De hecho, esta misma idea del indeterminismo de la física se ha expandido con muchos avances en el estudio de objetos como los hoyos negros, no ahondaremos en este tema pues no concierne con los fines de la tesis, pero es importante mencionar el debate del determinismo-indeterminismo sigue evolucionando y siendo un tema central en las interpretaciones físicas del mundo.

5. Conclusiones.

Como ya vimos en el primer capítulo, el realismo científico es un término que no tiene una caracterización definida. Sin embargo, comentamos un esbozo, como el de Diéguez, que propone cinco tesis principales del realismo científico. El realismo científico que sostienen tanto Popper como Einstein cumplen todas ellas. Cabe destacar que la posición que se tome sobre el problema de la verdad en la ciencia es independiente de la posición que se tome respecto al realismo ontológico y epistemológico. Se puede, por ejemplo, ser antirrealista y defender que la verdad cumple un papel importante en la ciencia, como en el caso de Heisenberg que creía haber llegado al “final del camino” de la física (lo cual significaba haber llegado a una verdad última en la ciencia) y al mismo tiempo negaba la independencia entre el mundo y el sujeto que lo estudia. Por otro lado, también se puede ser un realista ontológico y epistemológico sin tener que adquirir compromisos con respecto a determinada concepción de la verdad, tales son los casos de las tesis realistas de, por ejemplo, Nancy Cartwright y Ronald Giere; quienes han defendido un realismo bajo distintas interpretaciones, desligado del concepto de verdad.

Hay ocasiones en las que si se acepta el realismo epistemológico, se presupone consecuentemente el ontológico⁷⁵, al menos para el realismo ingenuo que habla de “la realidad en sí misma”, pues en este caso sería absurdo creer que las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado, aunque perfectible, de la realidad tal y como es en sí misma con independencia de nuestros procesos cognitivos, y al mismo tiempo negar una referencia objetiva a las entidades postuladas por las teorías⁷⁶. Aunque esto no sucede a la inversa, pues es posible reconocer que las entidades teóricas tienen un referente objetivo y al mismo tiempo creer que nunca alcanzamos un conocimiento de la realidad tal y como es, sino sólo como nos llega a través de nuestros procesos cognitivos. Por las características que hemos visto que tienen tanto Popper como Einstein, podemos ver que ambos son realistas ontológicos y epistemológicos, aunque cada uno tiene su forma de entender la realidad⁷⁷ y la manera en que la aprehendemos. Einstein cree que

⁷⁵ Tal y como se expone en el primer capítulo en la teoría del conocimiento que propone Villoro.

⁷⁶ Un ejemplo de esta discordancia sería sostener la teoría de la Relatividad como descriptiva de la realidad del universo y al mismo tiempo negar la existencia del espacio-tiempo o de la masa.

⁷⁷ Ninguno es un “realista ingenuo”.

hay en la realidad una simplicidad matemática inteligible para nosotros y Popper cree contrastando nuestras teorías es el único modo en que somos capaces de tocar la realidad, aunque, también como ya vimos, para Popper hay varios niveles de entendimiento en la realidad.

De las ideas en las que nuestros personajes están en completo acuerdo podemos resaltar (aunque en Einstein varios de estos puntos tomaron tiempo en desarrollarse):

- a) La realidad es objetiva e independiente del ente que la percibe.
- b) Las leyes de la ciencia buscan acercarse a la estructura intrínseca del mundo.
- c) La falsación (en Popper) es lo que nos hace tocar la realidad de las teorías con el mundo. Para Einstein el contraste de las teorías con la naturaleza es lo que les da su carácter real.
- d) No existe “el método científico” planteado como simplificación del positivismo.
- e) La libertad especulativa del pensamiento es la base creadora de las teorías.
- f) Se debe tener una actitud crítica ante todas las teorías existentes.
- g) La argumentación crítica con el propósito de acercarse más a la verdad, carecería de sentido sin la concepción de una realidad objetiva.
- h) Desacuerdo con el positivismo.

Ahora, algunos de los puntos más importantes de desacuerdo fueron:

- a) Popper no cree que haya fundamentos últimos de la naturaleza. Einstein cree que el fundamento último de la naturaleza es la simplicidad matemática que es inteligible para el hombre.
- b) Su gran desacuerdo en la interpretación de la mecánica cuántica. Lo cual va relacionado a su choque en sus ideas deterministas e indeterministas.
- c) Para Einstein existe la idea (que es su incentivo) de encontrar la teoría unificada de la naturaleza, es decir, llegar a una expresión última de esta. Para Popper la idea de la verdad última no existe, lo único que hay es una aproximación continua a la verdad, aunque ésta nunca se alcanzará.

Queda claro que para el realista, incluyendo a nuestros personajes, hay un reconocimiento de la utilidad instrumental de algunas teorías, aunque para ellos la gran mayoría de las teorías pretenden referirse a algo real, o al menos a una aproximación de la realidad. En la mayoría de

estos casos, la aceptación de la teoría (con todos los intentos de refutación que se le puedan hacer) atribuye también una creencia en la existencia de las entidades teóricas a las que se refiere. Aunque hay veces que se usan términos efectivamente como instrumentos que modelan aspectos de una realidad objetiva.

Popper y Einstein (y muchos otros realistas) pretenden que a largo plazo (y esto es parte de su incentivo) las teorías que sólo se aceptan con un carácter instrumental, sean sustituidas o modificadas) por teorías que se refieran a entidades reales cuya existencia hayan sido confirmadas. Algunos realistas creen que el éxito de las teorías se debe a que son verdaderas (o al menos aproximadamente verdaderas). Pero los realistas no sostienen que la aceptación de una teoría implica que creen en la verdad literal de ésta, pues saben que en la mayoría de las ocasiones las teorías son aproximaciones de la realidad y que siempre hay correcciones que hacer. Hay una gran diferencia entre los motivos que tienen los científicos para aceptar las teorías y la relación que las teorías científicas mantienen con el mundo. El realismo científico, como hemos visto, está relacionado con las ideas que se mantienen respecto a esto último.

Vimos en el capítulo de Einstein que para él el realismo científico es más que interpretación de las teorías científicas, es más bien un postulado físico del que parte nuestro pensamiento especulativo. Popper, por su parte, cree que la ciencia sólo es posible si existe una realidad con la cual podamos contrastar nuestras conjeturas, de modo que la realidad es un trasfondo sobre el cual se basan todas nuestras hipótesis, y sin la cual no tendrían sentido. Podemos entonces apreciar que los realismos científicos que sostienen nuestros personajes son bastante fuertes (en el sentido en el que encajan con todas las tesis comentadas por Diéguez).

Podemos ver también que tanto Popper como Einstein no estarían de acuerdo en el antirrealismo con respecto a las leyes fundamentales y en que el realismo debe limitarse a las causas y las leyes fenomenológicas, pues aunque Popper no crea en llegar a tales fundamentos y Einstein sí, ambos consideran que las que Cartwright llama leyes fundamentales sí tienen una aproximación a la realidad (sobre todo Einstein con la relatividad) y pueden ser aproximaciones verdaderas. De ningún modo aceptarían este instrumentalismo de las leyes fundamentales.

Por otro lado, con el realismo de entidades por intervención experimental creo que ambos sostendrían una fuerte afinidad. Esto se debe a que la idea de que sólo nuestra intervención en el mundo otorga convicción y permite concluir verdades es justamente lo que ambos plantean con los principios de falsación (aunque éstas a su vez siempre puedan ser falibles). Lo que Einstein no aceptaría de esta interpretación sería que el mundo es creado, pues para él el mundo se revela ante nosotros mediante su simplicidad matemática. Es decir que para Einstein la evidencia que nos da la naturaleza al contrastar nuestras teorías con ella, son lo que para el sujeto epistémico, en los términos de Villoro, son las razones objetivamente suficientes de una proposición.

En cuanto al realismo constructivo de Giere, no hay afinidad por parte de Popper y de Einstein, pues ambos dan importancia a la verdad como correspondencia, aunque podrían estar de acuerdo en el sentido de que es real lo que es representado por la ciencia al construir modelos como representaciones aproximadas. Y claro, con el realismo interno de Putnam no existen afinidades pues para ambos autores lo real no puede ser relativo al marco conceptual, sino que hay una verdad independiente del sujeto que conoce, de modo que se opondrían al rechazo de las dicotomías que plantea Putnam y a sus consecuencias.

Es importante notar aquí que el gran punto de ruptura entre Einstein y Popper no tiene tanto que ver con su visión de la interpretación de cómo las teorías científicas interactúan con el mundo, sino con su desacuerdo en la interpretación de la teoría cuántica. Esta diferencia, como ya hemos visto, se resume a la oposición en las interpretaciones de cómo funciona el mundo, si determinista o indeterministamente, pero en ningún momento en las relaciones que hay entre las teorías y el mundo. Creo además que Einstein tuvo grandes argumentos a favor de su postura que iban de acuerdo con sus creencias tanto científicas como filosóficas, a pesar de que terminara estando equivocado en el sentido de que su visión de que se llegaría a establecer la cuántica con leyes deterministas y que se unificarían las teorías no se ha cumplido.

Actualmente no podemos negar que la ciencia es una actividad sumamente exitosa. Nos permite un manejo asombroso de los fenómenos naturales que ha incrementado cada vez más. Las nuevas teorías en general tienen más éxito que las anteriores en ese manejo. Algunas de ellas, como la teoría cuántica, superan en eficacia predictiva, en exactitud y en aplicaciones prácticas todo lo

que hubiera podido soñar un científico hace apenas cien años. Este aumento de la eficacia y este éxito sin rival es algo sobre lo que realistas y antirrealistas coinciden sin problemas. Para los instrumentalistas el éxito es el objetivo mismo de la elaboración de teorías, el rasgo definitorio del conocimiento auténtico, pero también un dato último. [Diéguez 1998bis, p.10]

El realista, sin embargo, no se contenta con quedarse ahí, en el dato del éxito (lo cual nos queda claro que ninguno de nuestros personajes haya hecho), sino que quiere averiguar además por qué y cómo se produce, qué es lo que hace que las teorías científicas sean tan buenos instrumentos para manejar el mundo.

El realista necesita además responder a varias preguntas importantes que, como plantea Olivé debe ser a través de una teoría de la ciencia completa e integral que contemple procesos sociales mediante los cuales se construye la ciencia misma, no sólo sus cuestiones teóricas.

Es por esto que la interacción de la ciencia con su reflexión filosófica es tan importante y es parte de lo que se ha tratado de exponer analizando algunos aspectos del desarrollo del pensamiento filosófico de Einstein y de Popper.

Einstein es un ejemplo claro de la resonancia que el desarrollo del pensamiento filosófico tiene en el trabajo de un científico. Vimos que las ideas de Einstein están estrechamente relacionadas con sus ideales y concepciones filosóficas, además de que el desarrollo de las mismas lo orientaron en diversas ocasiones en su trabajo científico tanto para responder a ataques como para tener claras sus posturas respecto a las tendencias de la época que le tocó vivir. Si bien ya expusimos la naturaleza de su discrepancia con Popper, su ruptura con la cuántica ortodoxa tenía que ver precisamente con su manera de concebir la relación de las teorías científicas y el mundo, por su seguridad en el realismo científico.

Por su parte, Popper es un filósofo comprometido con el desarrollo científico y con las implicaciones de la ciencia en la sociedad. Si bien en esta tesis expusimos aspectos de su filosofía relacionados con diversos aspectos de la ciencia y no de su filosofía moral ni social, cabe resaltar

que Popper fue un filósofo comprometido con la sociedad y con las implicaciones éticas y políticas de la ciencia en ella. Además claro, de ser un ejemplo de realista científico.

Por esto quiero resaltar, por último, que la interacción entre la ciencia y la filosofía de la ciencia es de vital importancia en el desarrollo de la primera. El conocimiento racional científico debe tener un análisis filosófico que lo fundamente para dar un panorama más completo de la *realidad* estudiada. Consecuentemente la filosofía debe ser una base que de sentido (y quizá algunas molestias) al desarrollo científico, así como para ampliar la comprensión y las implicaciones que tienen los avances científicos. La filosofía, por su parte, necesita a la ciencia para razonar sobre terrenos más concretos.

Otro punto por el que la relación entre la ciencia y la filosofía es importante es que actualmente se necesita para que la ciencia no caiga simplemente en un tecnicismo puro, para lo cual requiere el análisis filosófico en diversos ámbitos (epistemológico, metodológico, ético).

En la interacción de la filosofía con las ciencias debe haber un desarrollo de varios tipos. Uno de ellos es el esclarecimiento de los contenidos de las teorías científicas (como de la mecánica cuántica), esto es, debe haber una interpretación de sus contenidos, aunque puedan ser interpretaciones pasajeras de la época que se vive. Otro es acerca de los presupuestos acerca de la realidad estudiada (epistemológicos, ontológicos). Otro es el estudio filosófico de las implicaciones sociales, políticas y éticas que tienen los desarrollos científicos, punto que en la actualidad debe tomarse con el mayor interés por la penetración que tiene el conocimiento científico en todos los niveles de la sociedad.

Así, enfatizo que a pesar de que muchos de estos análisis que se desarrollan inconscientemente en el trabajo de los científicos, debe existir una correlación entre la investigación filosófica de los temas que acabamos de mencionar (y posiblemente de muchos otros) y el mismo trabajo científico. Esto produce una interacción mucho más productiva que el desarrollo de cada una por separado, además de que, como lo he mencionado brevemente, ambas son correlativamente necesarias. Los aportes científicos ofrecen nuevos materiales para la reflexión filosófica, y ésta a

su vez ayuda a elevar la comprensión de los contenidos científicos a niveles más altos, y a analizar las repercusiones éticas y sociales de la ciencia, que con frecuencia son de importancia.

Finalmente, creo que la sociedad actual necesita revalorar muchas de las ideas que acabamos de mencionar brevemente. Esto se debe a que la ciencia puede ayudar en muchos sentidos al progreso de la humanidad, refiriéndome con esto no sólo a los alcances tecnológicos que se puedan alcanzar, sino para mejorar la calidad de vida de todos los sectores sociales (y no concentrarse sólo en una parte). Es por esto que se deben tener políticas que desarrollen a la ciencia en estos sentidos, para lo cual se debe tener muy en clara esta importante relación entre la ciencia y la filosofía.

• **Bibliografía**

EINSTEIN, ALBERT, *Notas Autobiográficas*. Historia de la Ciencia. Alianza Editorial, Madrid, 2003. Citado con el año del copyright, 1949, 92 pp.

EINSTEIN, ALBERT, *Ideas and Opinions*. Ed. Carl Seelig. Bonanza Books, New York, 1954, 377 pp.

EINSTEIN, ALBERT, *Out of my later years*. Ed. Castle Books, Edison, EU, 2005. Citado con el año del copyright, 1956, 282 pp.

EINSTEIN, ALBERT, *The Human side. New Glimpses from his archives*. Selected and edited by Helen Dukas and Banesh Hoffman. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1979, 167 pp.

EINSTEIN, ALBERT, *Mi visión del mundo*. Fábula Tusquets editores, Barcelona, 2006. Citado con el año de la primera edición, 1980, 233 pp.

Einstein, Albert, Philosopher Scientist. Editado por Paul Arthur Schlipp. Library of Living Philosophers, Vol. VII. Open Court, La Salle Illinois, 1982. Citado por la fecha del copyright: 1949, 781. pp.

GÓMEZ, RICARDO, *Racionalidad: epistemología y ontología*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Vol. 9. Edición de León Olivé. Editorial Trotta, S.A. Madrid, 1995. Consejo superior de investigaciones científicas, pp. 11-39

HEISENBERG, WERNER, *Physics and Philosophy. The revolution in Modern Science*. Great Mind Series, Prometheus Books, New York, 1958, 213 pp.

HOFFMAN, BANESH, *Einstein*. Versión española de la obra inglesa Albert Einstein, *Creator and Rebel*. Salvat editores, Barcelona, 1987, 231 pp.

J. FERRATER MORA, *Diccionario de Filosofía, Tomos II y IV*. Editorial Ariel S. A. Barcelona, 1994.

OLIVÉ, LEÓN, *Conocimiento, Sociedad y Realidad. Problemas del análisis del conocimiento y el realismo científico*. FCE, 1988, México, D.F, 304 pp.

OLIVÉ, LEÓN, *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. Ed. Paidós, México, D.F. 2000, 212 pp.

PAIS, ABRAHAM, *Subtle is the Lord: The Science and Life of Albert Einstein*. Oxford University Press, Onxford, New York, 1982, 538 pp.

PLATÓN, *Teeteto*. Anthropos editorial del hombre. Barcelona, 1990, 286 pp.

POPPER, KARL R., *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge Classics, New York, 2002. Escrito en 1935, 513 pp.

POPPER, KARL R., *Conjectures and Refutations*. Routledge Classics, New York, 2005. Citado por el año en que fue escrito, 1963, 582 pp.

POPPER, KARL R., *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*. Clarendon Press, Oxford. Revised Edition, 1979, 395 pp.

POPPER, KARL R., *Quantum Theory and the Schism in Physics. Post Scriptum a la Lógica de la investigación científica. Vol III*. Edited by W.W. Bartley, III. Unwin Hyman, London, 1982, 230 pp.

POPPER, KARL R., *Realismo y el objetivo de la ciencia. Post Scriptum a la Lógica de la investigación científica. Vol. I*. Edición preparada por W. W, Bartley, III. Ed. Tecnos, Madrid, 1998. Citado con el año de la primera edición en Tecnos, 1983 (escrito en 1956), 462 pp.

POPPER, KARL R., *Búsqueda sin Término. Una autobiografía intelectual*. Filosofía, Alianza Editorial, Madrid, 2002, 362 pp.

VILLORO, LUIS, *Creer, saber y conocer*. Siglo XXI editores. México, 1982, 310 pp.

WITTGENSTEIN, LUDWIG, *On Certainty*. Blackwell Publishing, USA, 1969, 105 pp.

• ***Referencias de Internet.***

De la página personal de Antonio Diéguez:

http://webpersonal.uma.es/~DIEGUEZ/pagina_nueva_3.htm

Consultado el 08/09/01/ 2007, se hace referencia a los siguientes artículos:

DIÉGUEZ, ANTONIO, *Realismo científico. Una introducción al debate actual en la filosofía de la ciencia*, Universidad de Málaga, 1998. Y *Los compromisos del realismo científico*, Publicado en P. Martínez Freire (ed.) *Filosofía actual de la ciencia*, suplemento no.3 de Contrastes (1998). Citado como 1998bis.

De la página:

www.unizar.es/acz/05Publicaciones/Revistas/Revista58/053.pdf

Consultado el 13/12/2006. Se consultó el siguiente artículo:

VIVIENTE, JOSÉ LUIS, *Albert Einstein. La Religión del misterio*. Revista de la Real Academia de Ciencias de Zaragoza, 2003.

De la página:

http://www.usc.urbe.it/fil/p_sanguineti/pubblicazioni.html

Consultada el 04/10/2006. Se consultaron los siguientes artículos:

SANGUINETI, JUAN JOSÉ, *Einstein y el realismo científico*. “Sapientia”, 1992. Y como referencia de lectura: *El realismo de la ciencia. Una comparación entre Popper y Einstein*. Buenos Aires, 1995.

Citas de Einstein:

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/31/htm/sec_7.htm

Consultado el 18/12/2006

<http://www.spaceandmotion.com/Albert-Einstein-Quotes.htm>

Consultado el 19/12/2006.

<http://www.humboldt1.com/~gralsto/einstein/quotes.html>

Consultado el 19/12/2006

www.unizar.es/acz/05Publicaciones/Revistas/Revista58/053.pdf

Consultado el 13/12/2006