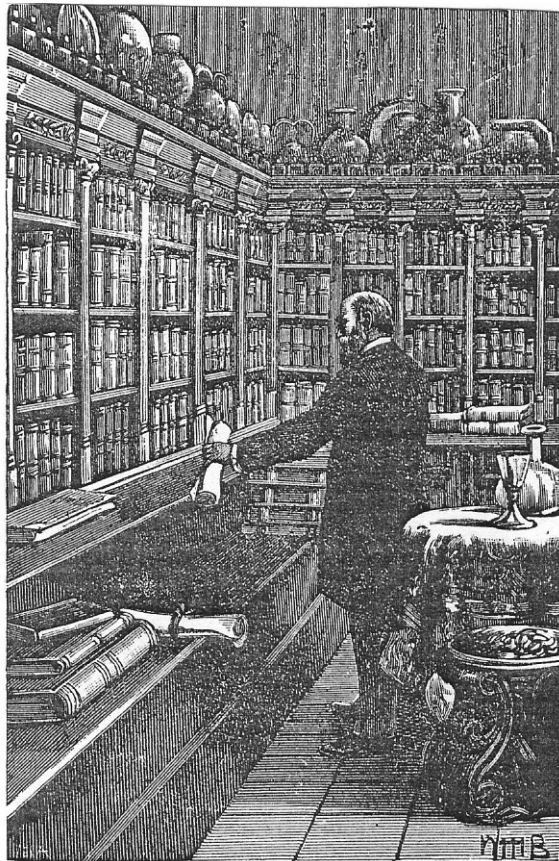


*Bases Epistemológicas para el Profesor Investigador en
Enseñanza de las Ciencias*

Epistemologías del Siglo XX



*Marco A. Moreira
Neusa T. Massoni*

Traducción: Concesa Caballero

Porto Alegre, Brasil

2009, 2016

Ficha de presentación

Tipo de publicación: conjunto de pequeñas monografías sobre epistemologías del siglo XX con el objetivo de subsidiar epistemológicamente al profesor investigador, en particular del área de ciencias.

Autores: Marco Antonio Moreira
Neusa Teresinha Massoni

Fecha y local: 2009 (1ª edición), 2016 (2ª edición revisada) Porto Alegre, Brasil

Otras publicaciones de la misma serie

- **Subsidios Teóricos:** *La Teoría del Aprendizaje Significativo.*
- **Subsidios Teóricos:** *Comportamentalismo, Constructivismo y Humanismo.*
- **Subsidios Metodológicos:** *Aspectos Metodológicos.*
- **Subsidios Metodológicos:** *Métodos Cualitativos y Cuantitativos.*
- **Subsidios Didácticos:** *Mapas Conceptuales, Diagramas V y Organizadores Avanzados.*

Sumario

1.	Introducción.....	4
2.	Inductivismo.....	6
3.	Karl Popper	8
4.	Thomas Kuhn	13
5.	Imre Lakatos	18
6.	Larry Laudan.....	22
7.	Gaston Bachelard	27
8.	Stephen Toulmin	31
9.	Paul Feyerabend	36
10.	Humberto Maturana.....	41
11.	Mario Bunge	45
12.	Ernest Mayr	49
13.	Conclusión.....	54
15.	Glosario.....	56

1. Introducción

Este texto pretende presentar de forma sucinta y bastante introductoria las diferentes visiones de algunos de los principales filósofos de la ciencia del siglo XX, en relación a la producción del conocimiento científico, la visión actual de la ciencia y su proceso de evolución.

El siglo XX fue un periodo de intenso debate epistemológico, desencadenado inicialmente por Karl Popper, al que se adhieren diferentes protagonistas en las décadas subsiguientes sobre el carácter, la función y la naturaleza de la ciencia.

Ese debate fue tan rico que dió origen, a partir de las últimas décadas del siglo pasado, a un nuevo campo de investigación en enseñanza de las ciencias, particularmente de la Física, sobre las influencias, la contribución y el proceso de transformación de esas visiones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

De manera general, la investigación ha demostrado que: la percepción de los profesores y de los estudiantes sobre ciencias y sobre el trabajo de los científicos tiene efectos en la enseñanza y en el aprendizaje; es importante que los profesores tengan conciencia que las teorías no son definitivas y que existen explicaciones alternativas y controversias en torno a las teorías científicas; una visión creativa y abierta de la ciencia puede operar positivamente en la imaginación y motivación de los estudiantes; y más aún, que a despecho de los esfuerzos desarrollados en el sentido de introducir visiones contemporáneas, especialmente a través de la creación de disciplinas específicas con ese fin en las universidades, no han alcanzado una comprensión deseable de la naturaleza de la ciencia, tanto por los profesores como por los estudiantes, en los diferentes niveles de enseñanza.

Es necesario que los profesores tengan claras sus propias imágenes de la naturaleza de la ciencia, pues ellos desempeñan un papel importante como mediadores de la cultura científica y necesitan comunicar tales ideas en sus clases.

Bajo este prisma procuraremos presentar las ideas centrales de los siguientes epistemólogos de la ciencia: Karl Popper, Thomas S. Kuhn, Imre Lakatos, Larry Laudan, Gaston Bachelard, Stephen Toulmin, Paul Feyerabend, Humberto Maturana, Mario Bunge y Ernst Mayr. Antes, presentaremos conceptos básicos del inductivismo, pues fue en oposición a él como surgieron las llamadas epistemologías del siglo XX.

Nuestro público blanco son los profesores de ciencias que desean investigar en esta área, particularmente en su propia sala de clase, sobre su propia práctica docente y sobre el aprendizaje de sus propios alumnos.

Recordemos que investigar es producir conocimientos sobre un cierto fenómeno de interés, respondiendo a cuestiones-foco sobre tal fenómeno, dentro de un marco teórico, metodológico y epistemológico sólido y coherente. Por eso, si el fenómeno de interés es la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es preciso aprender sobre teorías de aprendizaje y desarrollo cognitivo, sobre metodologías de investigación en educación y sobre epistemología de la ciencia. Otros textos, complementarios a este, tratan de subsidios teóricos (Moreira, 2009a; Moreira, 2009c) y metodológicos (Moreira, 2009b). Este procura aportar apenas subsidios epistemológicos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, este texto podrá subsidiar no sólo la investigación en enseñanza de las ciencias, sino también la propia enseñanza, pues creemos que la formación de un profesor investigador debe contemplar no sólo los contenidos específicos de su propia disciplina y las cuestiones metodológicas de enseñanza de la misma, sino también aspectos epistemológicos a fin de no enseñarla bajo un enfoque dogmático, empirista-inductivista, ya superado por la epistemología contemporánea.

Esperamos, entonces, que este texto pueda subsidiar al profesor de ciencias tanto en la investigación como en la práctica docente.

Marco A. Moreira

Neusa T. Massoni

2016

Bibliografía

- Moreira, M.A. (2009a). *Subsidios teóricos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias. Comportamentalismo, cognitivismo y humanismo*. Porto Alegre, Ed. do Autor.
- Moreira, M.A. (2009b). *Subsidios metodológicos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias. Métodos cuantitativos y cualitativos*. Porto Alegre, Ed. do Autor.
- Moreira, M.A. (2009c). *Subsidios teóricos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias. La teoría del aprendizaje significativo*. Porto Alegre, Ed. do Autor.

2. El Inductivismo

Comenzaremos esta serie de breves textos sobre epistemologías del siglo XX con éste que focaliza una postura epistemológica – *el inductivismo* – anterior a ese siglo porque fue principalmente en oposición a ella como surgió otra – *el falsacionismo* – que dió inicio a una serie de epistemologías, o filosofías de la ciencia, abordadas en estos textos.

Se llama *inductivo* al tipo de raciocinio que nos lleva de las partes al todo, o sea, de enunciados singulares a enunciados universales, o aún, de casos particulares a generalizaciones.

En términos formales, el llamado *principio de la inducción* puede ser enunciado de la siguiente forma:

Si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de As y si todos los As observados presentan, sin excepción, una propiedad B, entonces todos los As tienen la propiedad B.

Aunque sea grande el número de As observados que presentan la propiedad B, no *son observados todos los As* pero se *induce que todos los As* presentan la propiedad B.

Se denomina inductivismo a la filosofía de la ciencia que supone que el conocimiento científico es producido por *inducción*: se observa cuidadosamente, se mide rigurosamente, se obtiene un buen número de datos confiables y se llega (se induce) una ley científica.

Para el inductivista, el conocimiento científico es construido a partir de la base segura que proporciona la observación. Es decir, la ciencia comienza con la observación. Para él, las observaciones son enunciados singulares confiables que constituyen la base empírica segura de la cual se derivan universales, i.e., las leyes y teorías que constituyen el conocimiento científico.

Cuando hace referencia a una base empírica segura, el inductivista quiere decir que está constituida por un gran número de observaciones, que tales observaciones fueron hechas en una amplia variedad de situaciones y que ninguna de ellas contradice la ley universal derivada (inducida).

Una vez obtenidos los enunciados universales (leyes científicas), ellos pueden generar consecuencias – explicaciones, predicciones, hipótesis – que pueden ser verificadas experimentalmente y generar conocimientos derivados.

Se llama *deductivo* al tipo de raciocinio que deriva consecuencias de enunciados universales y se denomina *deducción* al proceso correspondiente.

En esa óptica, las leyes y teorías se obtienen por inducción a partir de hechos obtenidos a través de la observación y las explicaciones y predicciones se hacen por deducción a partir de las leyes y teorías inducidas.

Eso significa que en último análisis la fuente de la verdad está siempre en la experiencia, en el registro empírico. De ahí que también se use el término empirismo-inductivismo.

Para ilustrar lo que se ha dicho hasta aquí, consideraremos el clásico ejemplo de los cisnes blancos: si se observasen muchos cisnes, en una amplia variedad de situaciones, y todos ellos fuesen blancos, se llegaría, por inducción, a la ley universal de que todos los

cisnes son blancos, de la cual se podrían deducir consecuencias sobre el hecho de todos los cisnes serán blancos.

Este mismo ejemplo sirve para apuntar debilidades del empirismo-inductivismo:

- las observaciones son falibles (algunos cisnes podrían no ser exactamente blancos);
- hay muchos enunciados universales compatibles con un determinado conjunto de enunciados singulares; por ejemplo, todos los cisnes son blancos o negros (a pesar de que no haya sido observado todavía ningún cisne negro) o todos son blancos o amarillos (idem), o...
- las observaciones dependen de teorías; alguna teoría siempre precede a los enunciados observacionales (si vamos a observar cisnes es porque presuponemos que estos animales existen y tienen una cierta coloración).

Cabe aquí, sin embargo, destacar que oponerse al inductivismo no significa descartar la inducción. Es un error pensar que, en la práctica, la inducción no lleva a teorías, o conclusiones más generales. Los científicos usan, de hecho, la inducción para ir de un conjunto limitado de datos a una conclusión más general. Más probablemente no lo hacen creyendo que esa conclusión es única, o universal. Entonces, el problema no es la inducción en sí, sino el inductivismo en cuanto postura epistemológica, es decir, el error está en suponer que el conocimiento científico “verdadero”, las “leyes universales”, se obtienen por observación e inducción.

En la ciencia, teoría y experimentación interactúan permanentemente y en esa interacción la inducción, así como la deducción, tienen un papel central. Sin embargo, el empirismo-inductivismo, como deberá quedar claro en los textos que siguen, no es la postura epistemológica, o la filosofía de la ciencia, aceptada en las epistemologías contemporáneas.

Bibliografía

Chalmers, A.F. (1999). *Que coisa é essa chamada ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense. 225p. Traducción al portugués del original *What's this thing called science?* (1976). University of Queensland Press.

Okasha, S. (2002). *Philosophy of science: A very short introduction*. New York: Oxford University Press. 144p.

3. Karl Popper

Las ideas centrales de la epistemología de Karl Popper (1902-1994) se pueden sintetizar en el *racionalismo crítico*, el conocimiento científico entendido como una construcción del ser humano; en la *refutabilidad* o *testabilidad* como criterio de demarcación entre el discurso científico y otros tipos de conocimiento; y en los conceptos de *conjeturas* y *refutaciones* como una concepción innovadora del método científico.

La idea vigente hasta entonces era la de que la ciencia se distingue de la pseudociencia por el uso del *método empírico*, que las teorías se obtenían por *inducción*, y que el criterio de demarcación era el de la *verificabilidad*. Los inductivistas creían que era posible deducir las teorías científicas de proposiciones simples que describen estados de cosas, que en principio pueden ser establecidas o rechazadas por la observación y experimentación, o sea, el conocimiento oriundo de la observación.

Popper critica el método de la verificabilidad y procura demostrar que:

El concepto positivista de «significado» o «sentido» (o de verificabilidad, confirmabilidad inductiva, etc.) no es apropiado para realizar la demarcación entre ciencia y metafísica, simplemente porque la metafísica no es necesariamente carente de sentido, aunque no sea una ciencia (Popper, 1982, p. 281).

Él propone que toda teoría científica buena prohíbe que ciertas cosas acontezcan; que la teoría que no puede ser refutada por un cierto acontecimiento concebible no es científica, o sea, una teoría científica es siempre susceptible de refutación; que todo *test genuino o contrastación de una teoría* es un intento de refutarla; si el *test genuino de la teoría* resulta en una confirmación, entonces la teoría es corroborada sin, todavía, confirmarla; que las confirmaciones relevantes sólo deben ser consideradas relevantes si resultan de predicciones arriesgadas, o sea, son plausibles acontecimientos incompatibles con la teoría y que puedan refutarla.

Para salvar una teoría de refutación, pueden, sus seguidores, formular hipótesis *ad hoc* (no refutables), lo que para Popper, se trata de un procedimiento que envilece el padrón científico. Para él, cualquier hipótesis auxiliar debe ser refutable.

Se puede decir, en resumen, que el criterio que define el ‘status’ científico de una teoría es su capacidad de ser refutada o justificada (op. cit., p. 66).

Un ejemplo de teoría no refutable es la astrología, pues, sus profecías son tan vagas que pueden explicar cualquier cosa capaz de refutarla. Esas profecías difícilmente fallan, por eso hacen la teoría irrefutable. En la visión de Popper se trata de una pseudociencia.

Para Popper, el criterio de *refutabilidad* permite trazar una línea divisoria entre las ciencias empíricas y todas las otras ciencias de carácter religioso, metafísico o simplemente pseudocientífico, o sea, el criterio de la *refutabilidad* o *testabilidad* es la solución para el *problema de la demarcación* (entre ciencia y no-ciencia).

El inductivismo defiende que es justificable obtener las leyes y teorías científicas a partir de los hechos utilizando la lógica inductiva, o sea, la observación antecede a las teorías.

Popper argumenta que no se justifica inferir *enunciados universales* a partir de *enunciados singulares (observaciones)*, incluso después de un gran número de esos enunciados singulares. Incluso, porque no es posible especificar “cuantos” son necesarios para

satisfacer al criterio “un gran número de observaciones”, o sea, *independientemente de cuantos cisnes blancos podamos observar, eso no justifica la conclusión de que todos los cisnes son blancos* (idem, 1985, p. 28).

Si quisiéramos explicar el mundo que nos rodea, el procedimiento más razonable de que disponemos para aceptar tal desafío es el *método crítico* o de las tentativas de refutación: **hacer conjeturas, llegar a conclusiones genéricas e intentar refutarlas incesantemente.** En palabras de Popper:

Necesitamos proponer teorías, aventurarse; intentar refutarlas; aceptarlas tentativamente, si fracasamos en ese intento.

Desde ese punto de vista, todas las leyes y teorías son esencialmente tentativas, conjeturas, hipotéticas – incluso cuando ya no es posible dudar de ellas. (idem, 1982, p. 81).

El progreso continuo es para Popper una característica esencial del carácter racional y empírico del conocimiento científico. Mientras, él deja claro que al hablar de esa expresión del conocimiento científico no se está refiriendo a un proceso de acumulación, sino, de una reiterada sustitución de teorías científicas por otras cada vez más satisfactorias, que nos dicen más, esto es, teorías que contienen más información empírica o contenido y, por eso mismo, con mayor capacidad explicativa, mayor poder de previsión, mayor testabilidad.

La historia de la ciencia, como la historia de todas las ideas humanas, está hecha de sueños irresponsables, de errores y de obstinación. Pero la ciencia es una de las pocas actividades humanas – tal vez la única – en la que los errores son criticados sistemáticamente (y con frecuencia corregidos). Por eso podemos decir que, en el campo de la ciencia, aprendemos muchas veces con nuestros errores (ibid, p. 242).

Nos parece que al criterio de refutación, está asociada la idea del **error** (ensayo y error), tesis que también es defendida por otros filósofos, como Bachelard, y por eso será retomada más adelante.

Sin embargo, el progreso científico exige que las teorías tengan más contenido y eso significa que debemos utilizar teorías con **menor probabilidad** (en el sentido del cálculo de probabilidades) en oposición al inductivismo, que cree en la verificabilidad de las teorías, o sea, una mayor probabilidad de que esas teorías correspondan a la verdad.

Popper rechaza el método inductivista como criterio de demarcación y propone la lógica falsacionista, o sea, la testabilidad y refutabilidad para distinguir entre teorías científicas y no científicas.

El progreso de la ciencia, tal como lo entiende el falsacionista (seguidor de las ideas de Popper), se puede resumir en la forma siguiente:

La ciencia comienza con problemas, estos problemas están asociados a la explicación del comportamiento de algunos aspectos del mundo o universo. Hipótesis falsificables son propuestas por los científicos como soluciones para el problema. Las hipótesis conjeturadas son entonces criticadas y testadas. Algunas serán rápidamente eliminadas. Otras pueden revelarse mejor sucedidas. Éstas deben ser sometidas a críticas y pruebas aún más rigurosas. Cuando una hipótesis que pasó por una amplia gama de pruebas rigurosas con éxito es eventualmente falsificada, prometedoramente emergió un problema bien distante del problema original resuelto. Este nuevo problema pide la invención de nuevas hipótesis, siguiéndose la crítica y pruebas renovadas. Y, así, el proceso continúa indefinidamente. (Chalmers, 1999, p. 73).

Para el empirista-inductivista ingenuo, el conocimiento científico es confiable y seguro porque deriva de una base sólida: las observaciones neutras, objetivas, que pueden ser averiguadas por cualquier observador. En otras palabras, no se admite ningún elemento personal, subjetivo.

Para Popper, contrariamente, las expectativas, hipótesis o teorías **preceden** incluso hasta a los problemas. Además, los problemas solamente aparecen cuando las teorías traen dificultades o contradicciones. Así, los problemas suscitan el desafío de aprender, de avanzar en el conocimiento.

O sea, la observación no es fuente del conocimiento. La observación es siempre selectiva, nunca se reduce simplemente a las sensaciones o percepciones del observador, pues, si fuese así se limitaría a transcribir en informes el resultado de esas sensaciones y percepciones. De hecho, la observación está determinada por las expectativas y problemas que residen en el espíritu del investigador y que proceden (las expectativas) de un conocimiento anterior.

No existe ninguna observación que no esté *impregnada de teoría*, sin embargo Popper admite que cuando se trata de observaciones inesperadas, esas pueden suscitar problemas, si entran en conflicto con nuestras expectativas.

La ciencia busca encontrar teorías verdaderas (que guarden la mejor correspondencia posible con los hechos): (...) *buscamos la verdad, pero no podemos saber cuando la encontraremos; pues no disponemos de un criterio para reconocerla, pero estamos orientados asimismo por la idea de verdad como 'principio regulador'* (ibid, p. 251).

La ciencia busca siempre una verdad interesante y nueva y, aunque no sea posible probar que una teoría es verdadera, es posible probar su falsedad.

El racionalismo crítico de Popper admite que la racionalidad se trata de una actitud crítica en busca de teorías, aunque falibles, que permitan progresar, ir más allá de las teorías precedentes, esto es, que consigan resistir a pruebas cada vez más rigurosas.

El racionalismo popperiano es *realista*, o sea, la realidad existe. Con todo, las teorías científicas serán siempre aproximaciones, intentos de describir esa realidad sin saber nunca si, de hecho, corresponden a ella. Es también *indeterminista*, en el sentido de que, para él, el futuro no está contenido en el presente que lo determina íntegramente.

Entendemos que el debate desencadenado por Popper representó un enorme avance para la filosofía de la ciencia, principalmente en lo que se refiere a la noción de *falsificación* como criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia y al *método crítico*, o sea, al principio fundamental de que **la ciencia es una construcción del ser humano a partir de conjeturas controladas por refutaciones como forma de obtener el progreso científico.**

Juzgamos, sin embargo, que una limitación importante del falsacionismo de Popper es el hecho de que las teorías no pueden ser rechazadas de forma concluyente simplemente porque los enunciados observables que sirven de base para la falsificación pueden falsearse a la luz de progresos posteriores. En otras palabras, las observaciones refutadoras pueden ser falsas. Es decir los enunciados observacionales son falibles. Si los científicos hubiesen seguido rigurosamente el falsacionismo, muchas teorías físicas que tuvieron gran éxito, como por ejemplo, la Mecánica de Newton, nunca hubieran sido desarrolladas, pues habrían sido prontamente rechazadas después de su nacimiento. Además de eso, es natural que los científicos consideren una teoría con grado de plausibilidad mayor si ella pasa con éxito por

pruebas que intentan refutarla. Popper, sin embargo, se oponía radicalmente a las ideas de confirmación de las teorías.

Para concluir esta breve introducción a la epistemología de Popper, presentamos en la Figura 1 un diagrama – conocido como diagrama V o Ve epistemológica de Gowin (Gowin, 1981; 2005; Moreira, 2006) – que intenta mostrar la estructura de esa epistemología, o sea, sus preguntas básicas y las respuestas encontradas. La pregunta está en el centro del diagrama y la búsqueda de respuestas implica la interacción entre el pensar (dominio conceptual, teórico) y el hacer (dominio metodológico). En la punta del diagrama está el objeto de estudio o el evento que ocurre naturalmente o que se lo hace ocurrir para hacer registros que una vez transformados metodológicamente podrán generar respuestas (aseveraciones de valor) a la pregunta-foco (cuestión-básica).

Bibliografía

- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Gowin, D.B. & Alvarez, M. (2005). *The art of educating with V diagrams*. New York: Cambridge University Press.
- Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais & Diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor.
- Popper, K. (1982). *Conjecturas e refutações*. Brasília: Editora de UnB.
- Popper, K. (1985). *Lógica da pesquisa científica*. São Paulo: EDUSP.

La epistemología de Popper

Dominio conceptual

Filosofías: realismo; racionalismo crítico; indeterminismo.

Teorías: son intentos, conjeturas, suposiciones, especulaciones creadas libremente por el intelecto humano.

Principios:

- Las conjeturas (teorías) se refieren a la realidad.
- El método de la ciencia es la crítica.
- Enunciados observacionales son falibles.
- La observación depende de la teoría.
- No es posible generar enunciados universales a partir de enunciados particulares.
- Cuanto más falseable la teoría, mejor ella es.

Conceptos-clave: criterio de demarcación, conjeturas, refutaciones, racionalismo crítico, progreso del conocimiento científico.

Cuestiones-básicas

¿Cuál es el criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia?

¿Cómo progresa el conocimiento científico?



interacción

Dominio epistemológico

Aseveración de valor: la epistemología de Popper es importante porque ha definido un criterio claro de demarcación entre ciencia y no-ciencia y provocó el apareamiento de otras filosofías de la ciencia a lo largo del siglo XX.

Aseveraciones de conocimiento:

- Es la testabilidad y refutabilidad de las teorías científicas que las distingue de otros enunciados.
 - El progreso del conocimiento científico se da a través de la racionalidad reflejada en el examen crítico de conjeturas (teorías) controladas por refutaciones.

Metodología: análisis racionalista crítica, realista e indeterminista, de la producción del conocimiento hasta entonces considerado científico.

Registros: conocimientos, en particular científicos, producidos por el ser humano a lo largo del tiempo en contextos históricos y sócio-culturales.

Objeto de estudio: la producción del conocimiento científico.

Figura 1. Un diagrama V para la epistemología de Karl Popper.

A. Thomas Kuhn

Hablar de la epistemología de Thomas Kuhn (1922-1996) significa hablar de conceptos como: *ciencia normal*, *revoluciones científicas*, *paradigma*, *inconmensurabilidad*, entre otros.

Ciencia Normal, para Kuhn, significa el periodo de investigación basado en realizaciones que son reconocidas durante algún tiempo por alguna comunidad científica como suministradoras de los fundamentos para su práctica investigadora.

Esas realizaciones, normalmente reunidas en libros o manuales, definen los problemas, las creencias, los valores y los métodos legítimos de un determinado campo de investigación, que son compartidos por una comunidad y constituyen lo que Kuhn conceptúa como *paradigma*. Si un determinado grupo de científicos comparte el mismo *paradigma* significa que todos sus miembros están comprometidos con las mismas reglas y patrones en su hacer científico.

Utilizando el ejemplo específico de la Óptica Física, Kuhn argumenta que la concepción de luz, antes entendida como onda pasa, a partir del siglo XX, a ser entendida como compuesta de fotones, con el desarrollo de la Mecánica Cuántica y este cambio lo interpreta como una revolución científica:

Esas transformaciones de paradigmas como la de la Óptica Física son revoluciones científicas y la transición sucesiva de un paradigma a otro, por medio de una revolución, es el patrón usual de desarrollo de la ciencia madura. (Kuhn, 1978, p. 32).

Con eso, él sugiere que la *ciencia madura* se caracteriza por la adopción de un *paradigma*. La ausencia de paradigma en el desarrollo de una determinada ciencia lleva mucho más una actividad al acaso que una ciencia propiamente dicha y es dudoso llamar científica a la literatura resultante. Ahí está el criterio de demarcación de Kuhn, si quisiéramos hacer un paralelo con la filosofía de la ciencia de Popper.

Una teoría se puede transformar en un paradigma si sus seguidores la consideran mejor que sus competidoras, sin embargo, no necesita explicar todos los hechos con los cuales puede ser confrontada. Son ejemplos clásicos de paradigmas: el análisis del movimiento de Aristóteles, los cálculos de las posiciones planetarias de Ptolomeo, el electromagnetismo de Maxwell, la mecánica de Newton, etc..

Kuhn entiende que la *ciencia normal* se caracteriza por largos periodos de investigación en que el objetivo central no es la búsqueda de nuevos hechos o nuevas teorías, sino, en lugar de eso, la investigación se orienta hacia la articulación de los fenómenos y teorías aportados por el paradigma. Esa articulación del paradigma tiene tres focos distintos:

- **investigación de los hechos significativos que revelan la naturaleza de las cosas** – son desarrollados esfuerzos en el sentido de aumentar la extensión del conocimiento sobre ellos, por la precisión, seguridad y alcance de los métodos que persiguen la redeterminación de categorías de hechos ya conocidos;
- **investigación de los fenómenos asociados a las predicciones del paradigma** – se desarrollan esfuerzos para demostrar la concordancia entre la teoría y la naturaleza a través de nuevos aparatos, por ejemplo, la máquina de Atwood para demostrar la 2ª Ley

de Newton, telescopios especiales para demostrar el paralaje estelar predicho por Copérnico, etc.;

- **desarrollo de un gigantesco trabajo empírico para articular las proposiciones del paradigma, con la determinación de las constantes físicas universales y de leyes empíricas**, como por ejemplo la Ley de Boyle¹.

Esas tres clases de problemas agotan, según Kuhn, la literatura de la *ciencia normal* ya que su objetivo, como se mencionó, no es descubrir novedades, sino aumentar el alcance y la precisión del paradigma de una manera nueva. *Eso requiere la solución de todo tipo de complejos rompe-cabezas instrumentales, conceptuales y matemáticos. El individuo exitoso en esta tarea demuestra que es un perito en la resolución de rompe-cabezas. El desafío presentado por el rompe-cabeza constituye una parte importante de la motivación del científico para el trabajo* (ibid., p. 59).

Pero existen también los *problemas extraordinarios, anomalías o investigación extraordinaria*, que aparecen en ocasiones especiales generados por el avance de la ciencia normal. Si se acumulan anomalías serias, pueden llevar al paradigma a una *crisis*. Cuando la crisis culmina con la formulación de teorías radicalmente nuevas forzando a los científicos a una transición hacia un nuevo paradigma, entonces, ocurre lo que Kuhn llama *revolución científica*.

Todo comienza con la conciencia de anomalías severas y persistentes, o sea, el reconocimiento de que la naturaleza violó las expectativas paradigmáticas que orientaban la ciencia normal generando la necesidad de cambio de paradigma.

Un caso particularmente importante de cambio de paradigma explorado por Kuhn es el surgimiento de la astronomía de Copérnico en sustitución a la astronomía de Ptolomeo. Él hace notar que, con respecto al movimiento de los planetas, las predicciones de Ptolomeo eran tan buenas como las de Copérnico, pero con el paso del tiempo la necesidad de corrección de pequeñas discrepancias llevó a la complejidad de la astronomía ptolomaica a aumentar más rápidamente que su precisión. La conciencia de esas dificultades llevó a los astrónomos a reconocer que el sistema de Ptolomeo estaba en *crisis* y culminó en la adopción de un nuevo paradigma, el de Copérnico.

Según Kuhn, la *crisis* es quien desempeña un papel importante (es pre-condición necesaria) para las *revoluciones científicas*, pues cuando no hay crisis la solución de los problemas anómalos es ignorada, incluso porque la comunidad científica ofrece resistencias a la emergencia de nuevas teorías y acaba concibiendo modificaciones *ad hoc* de sus teorías intentando preservarlas.

Otra condición necesaria para que una comunidad científica abandone una teoría que alcanzó *status* de paradigma es la existencia de teorías alternativas para sustituirla.

En palabras de Kuhn:

La transición de un paradigma en crisis para otro nuevo, del cual puede surgir una nueva tradición de ciencia normal, está lejos de ser un proceso acumulativo obtenido a través de una articulación del viejo paradigma. Es antes una reconstrucción del

¹ La Ley de Boyle es una ley que relaciona la presión y el volumen de un gas. En situaciones en que la temperatura es constante esa ley puede ser expresada por $p_0 \cdot V_0 = p \cdot V = \text{constante}$, o sea, el volumen ocupado por una cantidad fija de gas es inversamente proporcional a la presión. Las experiencias de Boyle, según Kuhn, se han tornado concebibles en un paradigma en el cual el aire pasó a ser entendido como un fluido al cual podrían ser aplicados los conceptos de la hidrostática.

área de estudios a partir de nuevos principios, reconstrucción que altera algunas de las generalizaciones teóricas más elementales del paradigma, así como muchos de sus métodos y aplicaciones (ibid, p. 116).

Lo que Kuhn quiere decir con eso es que la emergencia de nuevas teorías rompe con una tradición de prácticas científicas e introduce una nueva tradición, regida por reglas diferentes e inmersas en un universo de discurso también diferente. Así, según él, el viejo y el nuevo paradigma son *inconmensurables*.

La *inconmensurabilidad* de paradigmas presupone un profundo cambio de concepciones, una desarticulación de la red conceptual a través de la cual los científicos ven mundo, pasando a verlo de otra forma. Al aceptar un nuevo paradigma es como si el científico usase “lentes inversoras” y, mirando el mismo conjunto de objetos los viese totalmente transformados.

En verdad, el trabajo de los científicos se caracteriza por interpretar observaciones y datos, pero esas interpretaciones presuponen la adhesión a un paradigma. Las operaciones y mediciones desarrolladas en laboratorio, el hecho de ser seleccionadas apenas aquellas manifestaciones que son más relevantes para elucidar el fenómeno que está siendo investigado, todo eso está determinado por el paradigma.

Como el paradigma es un conjunto de conceptos y creencias, entonces queda evidente que, también para Kuhn, la observación no es fuente de conocimiento, no es neutra, nunca está libre de presupuestos sino, al contrario, está precedida por ellos. En ese punto Kuhn está de acuerdo con Popper y refuerza la tesis de que el inductivismo no se sustenta.

Estamos de acuerdo con esa tesis, en la ciencia con mucho énfasis, pero también en la vida cotidiana, y basta para eso que observemos el desarrollo de un niño para verificar que cada nuevo descubrimiento servirá de presupuesto para sus actitudes futuras frente a nuevas situaciones y, obviamente, el adulto no es, en ninguna situación de su vida cotidiana, profesional o intelectual, una “*tabla rasa*”. Sin embargo, creemos que es preciso aceptar que algún grado de inducción es plausible y necesario para hacer ciencia y también para vivir en el mundo.

Kuhn destaca el carácter progresista de la ciencia, pues entiende que consideramos como científica cualquier área de estudios que presente un progreso destacado, de forma que el nuevo paradigma debe ser más abarcante, plausible y promisorio que el antiguo.

Según él, hay condiciones necesarias para la emergencia de un nuevo paradigma, o para una revolución científica:

1. existir *insatisfacción* con el paradigma vigente, resultante de muchas anomalías serias;
2. la existencia de un nuevo paradigma *inteligible* (que se entiende), *plausible* (que parece resolver anomalías del viejo paradigma) y *fructífero* (que generará muchas investigaciones dentro de un nuevo periodo de ciencia normal).

Con todo, tales condiciones son necesarias pero no suficientes. El cambio de paradigmas es más una cuestión de conversión que de lógica. Hay muchos factores implicados en una revolución científica kuhniana.

Creemos que, aunque en algunos periodos de la historia del desarrollo científico haya, de hecho, ocurrido revoluciones en los moldes kuhnianos, y esos momentos fueron ampliamente explorados por Kuhn en su libro *La Estructura de las Revoluciones*

Científicas, tal vez sea equivocado afirmar que la ciencia solamente avanza a través de revoluciones esporádicas y entendidas como un cambio radical, capaz de generar el abandono de un conjunto de creencias y métodos a favor de otro. Aunque en un segundo momento Kuhn haya reformulado su tesis introduciendo la idea de las micro-revoluciones y admitiendo que ellas ocurren más comúnmente, nos parece que no es un momento esporádico y repentino, que rompe el diálogo entre los científicos. Como afirma Toulmin (abordado más adelante), la ciencia se desenvuelve en las comunidades de científicos que, en todo momento, critican, avalan, juzgan las nuevas ideas en un proceso lento y evolutivo.

Para finalizar, presentamos en la Figura 2 un diagrama V para la epistemología de Thomas Kuhn.

Cabe aún registrar que el modelo kuhniano de cambio de paradigma fue tomado casi al pie de la letra para el cambio conceptual de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias. Las concepciones alternativas de los alumnos fueron consideradas el viejo paradigma y las concepciones científicas el nuevo. Al profesor le competía causar insatisfacción con las concepciones previas generando conflicto cognitivo que sería resuelto por la presentación de concepciones científicas inteligibles, plausibles y fructíferas. Una enorme cantidad de investigaciones fueron hechas en ese modelo propuesto por Posner et al., en 1982. Los resultados fueron desalentadores: los alumnos no sustituyeron sus concepciones alternativas por las científicas así tan fácilmente, tan lógicamente. Como diría Kuhn, y como todo profesor experto sabe, el cambio de paradigmas, o el cambio de concepciones, depende de muchos más factores que de la insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y fructificación. El cambio conceptual, así como el cambio de paradigmas, es mucho más evolutivo que sustitutivo (Moreira e Greca, 2004).

Bibliografía

- Posner, G., Strike, K., and Gertzog, W. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, vol. 66: 211-227.
- Moreira, M.A. y Greca, I.M. (2004). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.
- Kuhn, T.S. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva.
- Kuhn, T.S. (1989). *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*. Barcelona, Paidós.

La epistemología de Kuhn

Dominio conceptual

Filosofía: no hay un patrón de racionalidad universal y no-histórico para demostrar la superioridad de un paradigma en relación a otro; hay incomensurabilidad entre paradigmas sucesivos.

Teorías: son compromisos paradigmáticos de nivel superior.

Principios:

- Paradigma no es el mismo que conjunto de reglas; las reglas derivan de los paradigmas. El paradigma determina patrones de trabajo.
- La ciencia normal debe ser ampliamente no-crítica. La ciencia normal es una actividad de articulación del paradigma, de resolución de problemas.
- Condiciones necesarias pero no suficientes para el cambio de paradigmas: insatisfacción (con lo existente), inteligibilidad, plausibilidad y potencialidad (del nuevo paradigma).
- La nueva ciencia normal es incomensurable con aquella que la precedió.

Conceptos-clave: paradigma, ciencia normal, revolución científica, incomensurabilidad, anomalía, ejemplares.

Cuestiones-foco

¿Cuál es el criterio de demarcación ente ciencia y no-ciencia?

¿Cómo progresa el conocimiento científico?



Dominio epistemológico

Aseveración de valor: la contribución de Kuhn para el debate epistemológico en ciencias es la más significativa del siglo XX.

Aseveraciones de conocimiento:

- Lo que distingue ciencia y no ciencia es la existencia de un paradigma capaz de sostener una tradición de ciencia normal.
 - El progreso del conocimiento científico puede ser representado por un esquema abierto tipo *preciencia* → *ciencia normal* (dentro de un paradigma) → *crisis* → *revolución científica* (cambio discontinuo de paradigma) → *nueva ciencia normal* → *nueva crisis* → *nueva revolución* → ...

Metodología: análisis histórico, sociológico y psicológico de la producción de conocimientos científicos evidenciada en los registros.

Registros: conocimientos científicos producidos por el ser humano a lo largo del tiempo en contextos sócio-culturales.

Objeto de estudio: la producción del conocimiento científico

Figura 2. Un diagrama V para la epistemología de Kuhn.

5. Imre Lakatos

Según Imre Lakatos (1922-1974) el avance del conocimiento científico consiste en la permanente sustitución de *programas de investigación científica regresivos* por *programas de investigación progresivos* y, de forma subyacente, en la constante sustitución de hipótesis.

Los programas de investigación científica definen el conjunto de reglas que indican la ruta a ser seguida por la investigación en una determinada área del conocimiento y con eso garantiza la continuidad de la investigación.

Aunque Lakatos haya sido discípulo de Popper, hizo una crítica al falsacionismo dogmático de Popper (la idea del avance de la ciencia a través de *conjeturas* y *refutaciones*) por entender que *la metodología de los programas de investigación científica no ofrece una racionalidad instantánea* (Lakatos, 1993, p. 16), esto es, puede llevar mucho tiempo (hasta décadas) para que un programa llegue a ser progresivo o regresivo. La crítica a una teoría, según él, no objetiva muerte rápida a través de la refutación; el programa es estructurado de forma que se evite esa consecuencia. La ciencia crece a través de hipótesis audaces y modificaciones que deben ser capaces de ser probadas, y algunas son eliminadas por refutaciones sólidas. Además de eso, no hay refutaciones sin la emergencia de teorías mejores.

En otras palabras, la ciencia no avanza a través de conjeturas aisladas, sino de programas de investigación.

Lakatos defiende como lógica de investigación científica lo que él llama *falsacionismo metodológico* de base evolutiva, en que sobreviven las teorías más aptas, aquellas que presentan exceso de contenido corroborado en relación a las teorías anteriores y que anticipan hechos nuevos. Se puede decir que eso define, para Lakatos, la demarcación entre teorías científicas y no científicas.

Él distingue las teorías pasivas (originadas de la observación, como en el empirismo clásico) de las teorías activas (que presuponen actividad mental). El conocimiento auténtico está asociado a las teorías activas y en la idea de que *conforme crece la ciencia, disminuye el poder de la evidencia empírica*. En ese sentido coincide con la tesis de Popper y Kuhn de que el conocimiento es construido y no descubierto.

En desacuerdo con Popper, como ya se ha referido, Lakatos argumenta que la falsificación por sí sola no se sustenta, pues no hay falsificación sin emergencia de una nueva teoría y ésta debe ofrecer alguna información nueva cuando se compara con su antecesora, además de que, entiende que no existen *testes cruciales* capaces de refutar de forma repentina y definitiva una teoría. No son apenas los datos empíricos los jueces que deciden por la aceptación o refutación de teorías, sino, en algunos casos, las decisiones y acuerdos de la comunidad científica. A ese criterio más liberal de demarcación, Lakatos llama *falsacionismo metodológico*.

Las teorías no son refutadas simplemente porque se enfrentan con alguna inconsistencia sino, al contrario, lo que los científicos hacen es desarrollar un enorme esfuerzo mejorando o sustituyendo sus aspectos problemáticos y preservando los no-problemáticos.

Además de eso, lo que debe ser evaluado, según Lakatos, es una *sucesión de teorías* y no una teoría dada. Las teorías forman *series de teorías* que se agrupan en *programas de investigación científica* los cuales se caracterizan por una cierta continuidad que relaciona sus

miembros. La ciencia, como un todo, puede ser considerada un inmenso programa de investigación basado en conjeturas que deben tener más contenido empírico que sus antecesoras.

Un programa de investigación consiste en reglas metodológicas, algunas de las cuales nos indican las rutas que debemos seguir en la investigación científica – que constituyen su *heurística positiva* – y otras nos dicen qué caminos deben ser evitados – o sea, su *heurística negativa*.

La *heurística negativa* está asociada (protege) al *núcleo firme* o *núcleo duro* del programa de investigación, constituido por un conjunto básico de hipótesis protegidas contra refutaciones por lo que se llama *cinturón protector*.

La *heurística positiva* está vinculada al *cinturón protector*: un conjunto de hipótesis auxiliares contra las cuales chocan las refutaciones y las contrastaciones.

El núcleo firme es la característica que define el programa de investigación y no debe ser refutado por los defensores del programa. Por ejemplo, el núcleo firme de la mecánica newtoniana se compone de las leyes de Newton más la atracción gravitacional.

La heurística negativa del programa impide que apliquemos el ‘modus tollens’² a este ‘núcleo firme’. Por el contrario, debemos utilizar nuestra inteligencia para incorporar e inclusive inventar hipótesis auxiliares que formen un cinturón protector en torno del centro, y contra ellas dirigir el ‘modus tollens’. El cinturón protector de hipótesis auxiliares debe recibir los impactos de las contrastaciones y para defender el núcleo firme, será ajustado y reajustado e inclusive sustituido. Un programa de investigación tiene éxito si conduce a un cambio progresivo de problemática; fracasa si conduce a un cambio regresivo (ibid., p. 66).

La heurística positiva establece un programa como una secuencia de modelos cada vez más complicados que simulan la realidad y cuyo orden es preconcebido a través de un plan decidido en el gabinete de los científicos teóricos. Es posible hasta que el núcleo firme llegue a ser abandonado en algunas circunstancias, pero esa no es la regla. En verdad, la heurística positiva busca la verificación de las teorías y no la refutación, manteniendo la marcha de ese programa de investigación.

En ese sentido es que Lakatos discrepa de Popper, concibiendo la ciencia (o los programas de investigación) no como una alternancia de conjeturas y refutaciones empíricas, sino entendiendo que hay una diversificada pauta de avances teóricos y frenos empíricos en ese proceso.

El *cinturón protector* está caracterizado por la constante invención de hipótesis auxiliares, las cuales pueden sufrir modificaciones, refutaciones, avances y retrocesos, idas y venidas, y cuyo objetivo es proteger el núcleo firme del programa de investigación.

En la visión de Lakatos las teorías no son simplemente refutadas al encontrarse con inconsistencias, sino, al contrario, los científicos hacen un enorme esfuerzo para salvarlas, mejorando o sustituyendo sus aspectos problemáticos y preservando los no problemáticos, o sea, ni el falsacionismo ingenuo (de Popper) ni la brusca revolución científica (de Kuhn) se sustentan totalmente..

² *Modus tollens* significa modo/tentativa de refutación.

Además, Lakatos es contrario a la visión de Kuhn(1978) en el sentido de que entiende que la competición de programas de investigación es la regla, contrariamente a la idea de que la ciencia madura está caracterizada por la adhesión a un único paradigma.

Esa competición entre los programas de investigación fomenta el avance de la ciencia. Un programa puede llegar a ser regresivo cuando no consigue producir más hechos nuevos y no da cuenta de sus propias refutaciones, o entonces, las explicaciones ocurren a través de hipótesis *ad hoc*. Hay una diferencia fundamental entre hipótesis *ad hoc* e hipótesis auxiliares, que no debe generar confusiones. Las hipótesis auxiliares integran el cinturón protector y son refutables (testables) mientras que las hipótesis *ad hoc* no lo son.

Un programa de investigación es progresivo cuando produce hechos nuevos, hace nuevas previsiones y algunas de esas previsiones son corroboradas.

Para Lakatos, la reiterada sustitución de *programas de investigación regresivos* por *programas de investigación progresivos* caracteriza el avance del conocimiento científico. Mientras tanto, el abandono de un programa puede no ser definitivo. Puede ser retomado más tarde, a veces décadas después, a medida que el avance tecnológico ofrece la posibilidad de nuevos y ingeniosos tests empíricos capaces de superar los problemas antes enfrentados por las hipótesis auxiliares.

Como ha se ha referido, si bien Lakatos atribuye a Popper enorme influencia en sus ideas, acabó rechazando la esencia de la teoría de Popper, la secuencia de conjeturas y refutaciones, en nombre de la metodología de los programas de investigación y de la competición de programas rivales de investigación.

En la Figura 3 un diagrama V intenta esquematizar la estructura de la epistemología de Lakatos. Se observa que en esta figura hay diferencias sobre lo que él hizo para llegar a respuestas sobre el progreso científico y sobre el criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia.

Bibliografía

Kuhn, T. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva.

Lakatos, I. (1993). *Metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, Alianza.

Lakatos, I. (1994). *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático*. Madrid, Alianza.

La epistemología de Lakatos

Dominio conceptual

Filosofía: falsacionismo metodológico; no-justificacionismo

Teorías: integran programas de investigación; las más aptas sobreviven; son series de teorías, no solo teorías, tras las cuales hay una cierta continuidad.

Principios:

- La unidad típica de los grandes logros científicos no es una conjetura aislada, pero un programa de investigación.
- La decisión sobre refutación o aceptación provisoria de teorías no puede estar basada solamente en datos empíricos.
- La base empírica refutacional no es infalible, pero debe ser fiable, rigurosa.
- Programa de investigación no es solamente una serie de teorías, pero también la continuidad entre ellas y las heurísticas negativa y positiva.
- El núcleo firme es irrefutable por decisión metodológica.
- El cinturón protector es refutable.
- Hay un pluralismo de programas que compiten entre si y pueden estar en fase progresiva o regresiva.

Conceptos-clave: programa de investigación, núcleo firme, cinturón protector, heurística negativa, heurística positiva, poder heurístico, falsacionismo metodológico.

Cuestiones-básicas

Cual es el criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia?

Como progresa el conocimiento científico?



Dominio epistemológico

Aseveración de valor: la epistemología de Lakatos presenta un criterio de demarcación más flexible, más liberal, más sofisticado que el falsacionismo popperiano, preservando el racionalismo.

Aseveración de conocimiento:

- Lo que separa la ciencia madura de la ciencia inmadura y de la no-ciencia es la metodología de los programas de investigación.
- Lo que debe ser evaluado como científico o no-científico es una sucesión de teorías, no una dada teoría.
- El conocimiento científico progresa a través de la permanente rivalidad técnica e empírica entre programas de investigación que lentamente van superando unos a los otros.

Metodología: análisis racionalista crítica sofisticada, no justificacionista, de la producción del conocimiento científico ejemplificado en los registros.

Registros: conocimientos científicos producidos por el ser humano a lo largo del tiempo en contextos sócio-culturales; las epistemologías de Popper y Kuhn.

Objeto de estudio: la producción del conocimiento científico.

Figura 3. Un diagrama V para la epistemología de Imre Lakatos.

6. Larry Laudan

De todas las epistemologías vistas hasta aquí la de Larry Laudan (1945) tiene el enfoque más pragmático. Entiende Laudan que el conocimiento científico ha sido una iniciativa racional, sin embargo asociado a algunos rasgos persistentes que se pueden resumir en: a) no acumulativo; b) no se refutan teorías simplemente por sus anomalías; c) las teorías no son aceptadas sólo porque presentan confirmación empírica; d) los cambios y controversias se resuelven conceptualmente, mucho más que empíricamente; e) los principios de la racionalidad van cambiando con el tiempo; f) la regla es la coexistencia de teorías rivales, tal que la evolución de las teorías es una actividad comparativa.

Para Laudan el objetivo de la ciencia es producir teorías eficaces en la resolución de problemas o, un modelo científico por resolución de problemas.

Como no disponemos de medios para juzgar si una teoría está más próxima de la verdad que otra, no podemos decir que la ciencia haya sido progresiva en estos términos, pero podemos decir que ella se encamina para producir teorías bien comprobadas, que tienen aplicación práctica y que consiguen predecir hechos nuevos.

Propugna Laudan que hay dos tipos de problemas: *los problemas empíricos* y *los problemas conceptuales*. La eliminación de *problemas conceptuales* constituye un progreso y, por tanto, es posible que ocurra sustitución de teorías con confirmación empírica por otras menos confirmadas, con tal que estas últimas resuelvan dificultades conceptuales relevantes.

Si una teoría nueva puede hacer todo lo que su predecesora hace y algo más, entonces la teoría nueva es evidentemente superior. (Laudan, 1977, p. 16).

Laudan propone que el progreso científico ocurre a través de *tradiciones de investigación*:

Una tradición de investigación es un conjunto de supuestos generales acerca de las entidades y procesos de un ámbito de estudio, y acerca de los métodos apropiados que deben ser utilizados para investigar los problemas y construir teorías de este dominio (ibid, p. 116).

Análogamente a las teorías, en que son consideradas más adecuadas aquellas que *resuelven más problemas*, una tradición de investigación es más adecuada que otra, si el conjunto de teorías, que en un momento dado la caracterizan, es más adecuado que las teorías que componen la tradición de investigación rival. La ciencia está en búsqueda de teorías de las cuáles se espera gran fertilidad, o sea, interesa la tasa de adelanto de las teorías y de la tradición de investigación.

Para Laudan, la coexistencia de tradiciones de investigación rivales y de teorías rivales es la regla, en oposición a Khun para quien la existencia de un único paradigma caracteriza la ciencia normal, en cuya frontera está la revolución científica. Laudan no está preocupado con la distinción entre ciencia y no-ciencia; todas las teorías, tanto las científicas como las de otro tipo, están igualmente *sujetas a compromisos empíricos y conceptuales* (op. cit., p. 21). La única diferencia es que las que llamamos ciencias son, generalmente, más progresivas. Llama la atención a que todos los intentos de buscar criterios de demarcación entre ciencia y no-ciencia han sido un rotundo fracaso.

Los *problemas son*, para Laudan, el punto central del pensamiento científico y las *teorías* son el resultado final (problemas = preguntas de la ciencia y teorías = respuestas). Una teoría es buena si proporciona soluciones satisfactorias a problemas importantes; el mérito de una teoría está asociado a su capacidad de solución de problemas relevantes y no si ella está “corroborada” o “bien confirmada”.

Problemas empíricos

Problema Empírico es cualquier cosa del mundo natural que nos sorprenda como extraña y que necesite de una explicación (¿cómo y por qué caen los cuerpos? Es un ejemplo). Son aquellas de primer orden, cuyas soluciones presuponen estudios de los objetos de un determinado estado de cosas reales, o al menos, pensado como estado de cosas reales. Por ejemplo, la existencia de serpientes marinas, relatada en los cuentos de los marineros de la Edad Media, era un contrahecho, pero se trataba de un problema empírico para esa época.

Hechos y sus explicaciones y problemas empíricos y sus soluciones son distinguidos por Laudan. Los hechos, son hechos incluso si no los conocemos, mientras que un problema solamente es un problema cuando es conocido. Los problemas considerados relevantes para una época pueden dejar de serlo para otra época, por cuestiones puramente racionales.

Laudan alerta que todas las lecturas que hacemos del mundo natural pasan por la óptica de quien las lee, o sea, por los conceptos y presupuestos que disponemos previamente a la observación. Así, no hay problema empírico libre de teorías, lo que además, parece ser, claramente, un punto común de todas las epistemologías contemporáneas.

Los problemas empíricos pueden ser: *potenciales* o *no resueltos* cuando ninguna teoría los resolvió adecuadamente; *resueltos* cuando han sido resueltos ya satisfactoriamente por alguna teoría; *anómalos* son aquellos problemas resueltos por teorías alternativas.

En esa óptica, se puede decir que el **progreso científico implica transformar problemas no resueltos o anómalos en problemas resueltos.**

Un problema se entiende como resuelto si los científicos creen que lo entienden porque la situación expuesta por él es como es, a la luz de una teoría, extrayendo de ella un enunciado, aunque sea aproximado. Así, queda clara la diferencia entre explicar un hecho y resolver un problema. Los hechos son mucho más raramente explicados porque siempre hay discrepancias entre los resultados teóricos y los datos de laboratorio. Sin embargo, los problemas empíricos frecuentemente son resueltos, pues para eso basta que los datos teóricos y de laboratorio sean aproximados.

Anomalías

Al contrario de otros filósofos de la ciencia que consideraban la búsqueda de soluciones de anomalías la razón de la ciencia, Laudan acepta que las anomalías son importantes, sin embargo, entiende que el surgimiento de una anomalía suscita dudas respecto de la teoría que la está mostrando, pero que no es motivo suficiente para abandonarla. Incluso, porque todos los tests empíricos envuelven no una, sino una red de teorías y apuntar cuál de ellas es falsa es arbitrario. Además de eso, abandonar una teoría porque los datos empíricos no coinciden con los teóricos significa suponer que los datos son infalibles mientras que, en verdad, se sabe, que son aproximados.

Casi todas las teorías tienen instancias anómalas y no por eso fueron abandonadas. Laudan admite que hay anomalías agudas que resultan en el abandono de la teoría, pero discrepa de Khun, por ejemplo, que entiende que la acumulación de muchas anomalías induce al abandono del paradigma, a lo que Laudan contrapone preguntando: ¿cuántas anomalías son necesarias? O sea, es arbitrario decir que son necesarias “n” o “n+1” anomalías. Además de eso, hay casos en que una única anomalía refuta una teoría.

Problemas conceptuales

Problemas Conceptuales son preguntas de orden superior acerca de la estructura y consistencia conceptual de las teorías, puesto que estas (las teorías) se crearon para responder preguntas de primer orden (preguntas empíricas).

Laudan entiende que la historia de la ciencia muestra que muchos de los grandes debates entre los científicos defensores de teorías rivales han ocurrido en el campo conceptual más que en el campo empírico. Muchas teorías importantes se volvieron más claras y precisas a través de esclarecimientos y especificaciones que tuvieron origen en críticas en el campo conceptual. Este es uno de los medios importantes que la ciencia utiliza para crecer.

Los problemas conceptuales pueden ser de orden interno o externo. Problemas conceptuales internos son los que están asociados a ambigüedades o circularidades en el seno de la teoría, que normalmente exigen un mejor esclarecimiento de la teoría. Los problemas externos son de tres tipos: i) tensiones o conflictos entre teorías rivales; ii) inaceptabilidad conjunta de teorías, o sea, dos teorías explicando de diferentes formas el mismo fenómeno, acaba convirtiendo una de ellas más plausible; iii) cuando surge una teoría (T) que refuerza otra (T'), si la teoría T no implica T' por completo ocurre un problema conceptual.

Las evidencias históricas muestran que las teorías tienen fuerte relación con la metodología vigente y en ese sentido constituyen problemas conceptuales internos. La solución de esos problemas genera modificaciones en las teorías o en las metodologías, y esto funciona como fuerza propulsora para el avance de la ciencia.

Toda tradición de investigación está asociada a una serie de teorías, muchas de las cuales serán rivales, mutuamente inconsistentes, ya que algunas intentan mejorar y corregir a sus antecesoras. La tradición de investigación no ofrece soluciones o respuestas detalladas a problemas específicos sino solamente ofrece las herramientas necesarias para resolver problemas tanto empíricos como conceptuales. En esta medida su evolución está ligada al proceso de resolución de problemas (evoluciona cuando conduce a la solución de un número creciente de problemas empíricos y conceptuales). Son ejemplos de tradiciones de investigación rivales: la tradición ondulatoria y la corpuscular para la luz

En contraposición con Lakatos y Kuhn, que sostienen que los programas de investigación (o paradigmas) poseen un núcleo rígido, Laudan afirma que tanto las teorías que constituyen una tradición de investigación como algunos de sus elementos nucleares más básicos van cambiando con el tiempo, sin que eso implique una nueva *tradición de investigación*. Con frecuencia, los científicos descubren que es posible introducir pequeñas modificaciones en los *supuestos medulares* de la tradición de investigación para resolver anomalías y problemas conceptuales sin resultar en abandono de la tradición de investigación.

Entendemos que una contribución importante de Laudan es la ciencia como una actividad de resolución de problemas y su tesis de coexistencia de teorías (o paradigmas) rivales. Los seguidores de una dada teoría o paradigma se esfuerzan por resolver un número

cada vez mayor de problemas empíricos o conceptuales y quien gana con eso es la ciencia, que de esa forma crece.

Como síntesis, presentamos en la Figura 4 un diagrama V para la epistemología de Laudan.

Bibliografía

Laudan, L. (1977). *El progreso y sus problemas*. Madrid, Encuentro Ediciones.

Laudan, L. (1990). *La ciencia y el relativismo*. Madrid, Alianza.

La epistemología de Laudan

Dominio conceptual

Filosofía: subyacentes a las teorías hay visiones más fundamentales sobre el mundo, sistemas de creencias, que constituyen tradiciones de investigación.

Teorías: son intentos de resolver problemas empíricos específicos acerca del mundo natural, de resolver la ambigüedad, de mostrar que lo que ocurre es de cierto modo inteligible y previsible.

Principios:

- Teorías no son refutadas simplemente porque presentan anomalías.
- Teorías no son aceptadas apenas porque presentan confirmación empírica.
- La coexistencia de teorías rivales es la regla, no la excepción.
- El cambio de teorías es no-cumulativo; teorías anteriores no están contenidas en las posteriores.
- Las mejores teorías son las que resuelven más problemas empíricos relevantes.

Conceptos-clave: problema empírico, problema conceptual, tradición de investigación, teoría, problema anómalo (anomalía), problema potencial, problema resuelto.

Cuestiones-básicas

Cuál es el objetivo de la ciencia?

Cómo progresa el conocimiento científico?



Dominio epistemológico

Aseveración de valor: la epistemología de Laudan es más objetiva, más pragmática, con significados más fáciles de captar.

Aseveraciones de conocimiento:

El objetivo de la ciencia es lo de obtener teorías eficaces en la resolución de problemas. El conocimiento científico progresa a través de teorías para resolver problemas empíricos (preguntas sobre el mundo físico) o conceptuales (preguntas características de las propias teorías). La ciencia progresa solamente si teorías sucesivas resuelven más problemas que sus predecesoras.

Metodología: análisis histórica y filosófica de la producción del conocimiento científico y análisis crítica de las epistemologías de Popper, Kuhn, Lakatos y Feyerabend.

Registros: conocimientos científicos producidos por el ser humano, a lo largo del tiempo, en contextos socio-culturales; visiones epistemológicas de otros filósofos de la ciencia.

La epistemología de Laudan

Objeto de estudio: la producción del conocimiento científico.

Figura 4. Un diagrama V para la epistemología de Larry Laudan.

7. Gaston Bachelard

La doctrina de Gaston Bachelard (1884-1962) está centrada en la “Filosofía del No”. El conocimiento científico es un permanente cuestionar, un permanente “no” (pero no, en el sentido de negación y sí en el de reconciliación); *cada nueva experiencia dice no a la experiencia antigua* y así avanza el pensamiento científico. En esa línea, el error asume un papel importante, pues aprendemos con él.

Bachelard coloca en el centro de las discusiones el concepto de *obstáculo epistemológico* y muestra que éste impide el avance del espíritu científico. O sea, tanto el conocimiento común, usual, como el conocimiento científico, tanto el empirismo como el racionalismo, tomados como extremo, funcionan como obstáculos epistemológicos. El espíritu científico debe ser dialéctico.

Al proponer el problema del conocimiento en términos de *obstáculos epistemológicos*, Bachelard no se está refiriendo a obstáculos externos (como la complejidad de los fenómenos, la debilidad de nuestros sentidos y del espíritu humano) sino que entiende que en el acto en sí de conocer aparecen entorpecimientos, confusiones, por necesidad funcional. Es eso lo que lleva a evidenciar que siempre se conoce contra un conocimiento anterior, diciendo no a conocimientos adquiridos.

Desde el punto de vista filosófico, la polarización para un empirismo (de un lado) o para un racionalismo (de otro) acaba por debilitar la propia filosofía de la ciencia y se transforma en un obstáculo epistemológico. Alerta Bachelard que **es importante e indispensable que ocurra una alternancia entre el empirismo y el racionalismo, pues estas dos doctrinas están ligadas, se complementan** sin necesidad de hablar de derrota de una por otra.

Para él, la ciencia física contemporánea presenta una supremacía del racionalismo matemático. La ciencia física contemporánea es una inmensa construcción racional.

En definitiva, la ciencia instruye la razón. La razón debe obedecer a la ciencia, la ciencia más evolucionada, la ciencia que evoluciona... En cualquier circunstancia, lo inmediato debe ceder espacio a lo construido (Bachelard, 1988, p.142).

Para Bachelard, el racionalismo debe ser aplicado a la realidad, dialéctico, que se aplica, se modifica, busca en lo real aquello que contradice (dice no) a los conocimientos anteriores.

En la base de la idea de los *obstáculos epistemológicos* está la concepción de ciencia como algo en construcción, como una progresividad que evidencia la ruptura entre el conocimiento sensible (usual, común) y el conocimiento científico.

Bachelard destaca algunos obstáculos a la formación del espíritu científico. Entre ellos aparece la *experiencia primera*, como un primer obstáculo, que nos hace colocar la experiencia encima de la crítica. Un segundo obstáculo, igualmente peligroso, es la tendencia a las generalizaciones, que nos lleva a generalidades inadecuadas, sin vínculos con las funciones matemáticas esenciales del fenómeno.

La idea de *obstáculo epistemológico* lleva al concepto de *noción obstáculo*. El concepto de *corpúsculo* como un cuerpo pequeño, noción ya superada en la Física Moderna, es un ejemplo clásico; el cosismo, el substancialismo (explicaciones de las propiedades por la sustancia) son otros ejemplos, o sea, “todo lo que es fácil de enseñar es inexacto”. Para

Bachelard la filosofía del *espíritu científico* debe ser abierta, dispersa. En verdad, cada experiencia, cada hipótesis reclama su filosofía pormenorizada. **La filosofía del no desempeña un papel conciliador.**

Pensar correctamente lo real es aprovechar sus ambigüedades para modificar y alertar el pensamiento. Dialectizar el pensamiento aumenta la garantía de crear científicamente fenómenos completos, de regenerar todas las variables degeneradas o suprimidas que la ciencia, como el pensamiento ingenuo, había despreciado en su primer estado (ibid., p. 48).

Él afirma que, entre todos los progresos alcanzados por la humanidad el mejor alcanzado es el progreso científico.

Refiriéndose al empleo del concepto de *masa* como una cantidad de materia, asevera que es fácil de ser comprendido, pues está asociado a la *forma primitiva* de ese concepto. Ejemplifica diciendo que es fácil para un psicólogo enseñar el concepto de “carga de afectividad” asociándolo al de masa. La analogía con la masa, en ese caso, funciona como *obstáculo pedagógico*, pues limita el espíritu científico. Con eso Bachelard nos enseña que en la educación científica los obstáculos epistemológicos y las nociones obstáculo se pueden transformar en obstáculos pedagógicos y los profesores necesitan tomar conciencia de eso en sus prácticas didácticas.

Bachelard hace uso de la evolución del concepto de “masa” Para mostrar que el progreso filosófico de un conocimiento científico es un movimiento que atraviesa varias doctrinas en el siguiente orden: realismo ingenuo, positivismo, racionalismo, racionalismo completo y racionalismo dialéctico (sistema filosófico). Aunque reconozca que la mayor parte del conocimiento científico aún permanece en los estadios de evolución filosóficamente primitivos, es fácil ver que el sentido del avance es idéntico para todos los conceptos. Tal vez una frase pueda resumir este sentido: *cuando se avanza en el conocimiento científico, aumenta el papel de las teorías.*

Hacemos aquí un breve resumen de los niveles de evolución que atraviesa el concepto de masa, desde la óptica de Bachelard:

1º nivel – es el concepto animista de masa (conceptúa lo grande) – *realismo ingenuo*;

2º nivel – masa como cantidad de materia (caracteriza un objeto), concepto ligado a las experiencias simples de la utilización de la balanza – *empirismo*;

3º nivel – ($m=F/a$) correlaciona masa, fuerza y aceleración implicando un alejamiento en relación al realismo, o sea, el concepto de masa se vuelve abstracto – *racionalismo*;

4º nivel – en la relatividad ni aún la masa de reposo define las características de un objeto, pues, no existe reposo absoluto – masa absoluta no tiene significado en la relatividad – la noción deja de ser simple para ser compleja – *racionalismo completo*;

5º nivel – es el racionalismo dialéctico de Dirac – la propagación del «paréntesis» en un espacio de configuración lleva a la masa dialéctica: masa positiva (ya concebida) y masa negativa (sin raíz en la realidad común). Esta cuestión polémica no puede ser interpretada por ninguna de las filosofías anteriores, sólo puede ser concebida en un racionalismo abierto – *racionalismo dialéctico*.

Con la identificación de la evolución del concepto de masa es posible entender el concepto *perfil epistemológico*.

Bachelard aclara que el *perfil epistemológico* siempre se refiere a un concepto dado, y tiene el mérito de confrontar con la cultura personal la importancia relativa de las cinco (05) filosofías enumeradas anteriormente, midiendo la frecuencia de utilización de cada una en la evolución de aquél concepto.

Podríamos relacionar las dos nociones de obstáculo epistemológico y de perfil epistemológico porque un perfil epistemológico guarda la marca de los obstáculos que la cultura tuvo que superar (ibid., p. 48).

Bachelard concluye que la secuencia presentada para la noción de masa, o sea, una evolución que transita del realismo ingenuo → empirismo → racionalismo clásico → racionalismo completo → al racionalismo dialéctico es real, muestra la realidad epistemológica, o sea, el pensamiento científico se funda en un *pluralismo epistemológico* y encuentra en la dialéctica su cohesión.

Lo que queda claro en Bachelard es que el avance del pensamiento científico ocurre en la dirección de la mayor complejidad racional. Esa idea aparece mejor cuando entendemos el significado de *perfil epistemológico*, pues un concepto se vuelve más abarcante y representa un progreso si evoluciona, transitando por las cinco filosofías anteriormente enumeradas, a partir del realismo/empirismo en dirección a un racionalismo dialéctico(abstracto).

Así, queda claro que es preciso avanzar en nuestro *perfil epistemológico* en la dirección de una construcción racional cada vez más abierta, mediante la identificación y crítica a los *obstáculos epistemológicos*. En otras palabras, es preciso decir “no” al conocimiento anterior; reconstruir incesantemente nuestro conocimiento; generar rupturas en la organización de nuestro propio pensamiento; aprender con nuestros errores³. De esa forma avanza la ciencia.

Por tanto, Bachelard refuerza las ideas de Popper y Kuhn, con relación al papel secundario de la observación y de la experiencia primera en la producción del conocimiento científico. El camino que garantiza el avance del conocimiento humano no pasa por la inducción, sino que es una construcción de la mente del ser humano y tiende a ser cada vez más racional y abstracta.

La diferencia es que Bachelard defiende una relación dialéctica entre el racionalismo y el realismo. Esas doctrinas intercaladas por el convencionalismo, formalismo, racionalismo aplicado, positivismo, empirismo (doctrinas que caracterizan el *espectro epistemológico*, o sea, un ordenamiento de los tipos de doctrinas filosóficas) están conectadas, se complementan, y el verdadero espíritu científico debe transitar libremente entre ellas.

Para concluir, la Figura 5 presenta un diagrama V para la epistemología de Bachelard.

Bibliografía

Bachelard, G. (1988). *A filosofia do não*. Lisboa, Editorial Presença.

Lopes, A.R.C. (1996). Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13,(3): 248-273.

³ La filosofía bachelardiana es también una *filosofía de la desilusión* (Lopes, 1996), o sea, lo que sabemos es fruto de la desilusión con la que juzgávamos saber. El conocimiento científico es, entonces, siempre la reforma de una ilusión.

La epistemología de Bachelard

Dominio conceptual

Filosofía: racionalismo aplicado, materialismo técnico; la filosofía de la ciencia es abierta, dispersa, distribuída, pluralista, capaz de lidiar con elementos, tan diversos, de la experiencia y de la teoría.

Teorías: solo ellas son prospectivas; su papel aumenta cuando se avanza en el pensamiento científico; nuevas teorías tienden a trascender a las precedentes.

Principios:

- todo pensamiento científico es un proceso de objetivación;
- ser científico es no privilegiar ni el pensamiento ni la realidad;
- la realidad nunca es simple; no existen realidades simples y claras, apenas complejidades;
- en la educación científica los obstáculos epistemológicos y las nociones-obstáculo se constituyen en obstáculos pedagógicos;
- *la filosofía del no* no es una actitud de recusa, pero si de reconciliación.
- el conocimiento científico es siempre la reforma de una ilusión.

Conceptos-clave: obstáculo epistemológico, noción obstáculo, perfil epistemológico, espectro epistemológico, filosofía del no, espíritu científico, filosofía de la desilusión, obstáculo pedagógico.

Objeto de estudio: la formación del espíritu científico; la producción del conocimiento científico.

Cuestiones-básicas

¿Como se forma el espíritu científico?

Como progresa el conocimiento científico?



Dominio epistemológico

Aseveración de valor: la epistemología de Bachelard tiene muchas implicaciones para la educación científica.

Aseveraciones de conocimiento:

- el espíritu científico debe formarse contra la Naturaleza, contra la intuición natural; debe formarse reformandose, a través de la filosofía del no;
- el conocimiento científico progresa yendo contra, sin negar, el conocimiento anterior; es una perspectiva no evolucionista: lo que liga desarrollos científicos posteriores y anteriores es la discontinuidad, la filosofía de la desilusión.

Metodología: análisis filosófico dialéctico, entre racionalismo y realismo/empirismo, de la producción del conocimiento científico y de la formación del espíritu científico.

Registros: la experiencia docente; los conocimientos científicos producidos por el ser humano a lo largo del tiempo en contextos socio-culturales; conceptualizaciones personales.

Figura 5. Un diagrama V para la epistemología de Gaston Bachelard.

8. Stephen Toulmin

En uno de los abordajes más complejos vistos hasta aquí, afirma Stephen Toulmin (1922) que *el ser humano conoce y también es consciente de que conoce*, en consecuencia con eso, la *comprensión humana* ha sido dual con el pasar del tiempo: se ha hecho más vasta, ha crecido y se ha vuelto más reflexiva, más profunda.

Toulmin propone construir una nueva teoría de la *comprensión humana*, una nueva explicación de las capacidades, procesos y actividades a través de los cuales el ser humano comprende la naturaleza, envolviendo todas las disciplinas que se ocupan de la percepción y del proceso de conocer; y que tiene en cuenta los procesos socio-históricos en que se desarrollarán nuestros *conceptos* y el *cambio conceptual*.

Aún hoy, afirma, sufrimos las influencias de cuestiones descendientes de Descartes y Locke, del siglo XVII, en un contexto intelectual superado que entendía la naturaleza como gobernada por leyes fijas e inmutables; veía la materia como algo inerte; estaba preso a la tradición bíblica donde el mundo era estable desde la Creación, al revés de un continuo fluir a través de millones de años como lo aceptamos hoy.

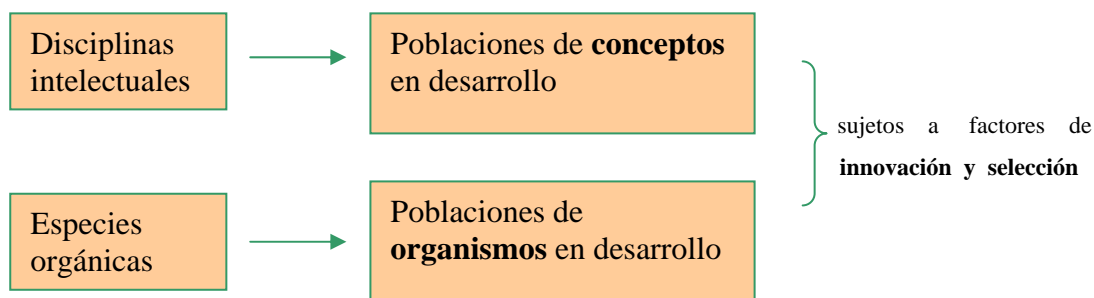
Para que una teoría del conocimiento acompañe a la ciencia no puede estar basada en principios inmutables, sino en la interacción entre el ser humano actual, sus conceptos y el mundo en que vive. Eso representa forjar problemas de nuestra propia época, dentro de nuestras creencias y nuestras ideas sobre la naturaleza.

Uno de los puntos clave de las ideas de Toulmin es la cuestión de los *conceptos* y del *cambio conceptual*.

El desarrollo de los *conceptos colectivos* es examinado bajo dos aspectos: la *innovación* (factores que llevan la tradición intelectual a avanzar) y la *selección* (factores que llevan la tradición intelectual a aceptar tales innovaciones). Podemos comprender el desarrollo de los nuevos conceptos si tenemos en cuenta el papel que desempeñan los *procesos racionales* (intelectuales y socio-históricos).

Toulmin distingue la “logicidad” de los sistemas proposicionales (válidos en la matemática pura) de la “racionalidad” de los *cambios conceptuales* en las ciencias. Racionalidad, en el sentido de Toulmin, no tiene nada que ver con la sistematicidad lógica, pero sí con la manera como los científicos realizan el cambio conceptual.

Él utiliza las ideas de Darwin sobre la *evolución de las especies* vivas para, haciendo una comparación, explicar la evolución y el desarrollo conceptual (variación, perpetuación selectiva, éxito, etc.). Las novedades intelectuales constantemente aparecen y son comparadas a las variaciones de las especies, pues, no todas, pero algunas son transmitidas a las generaciones siguientes por un proceso selectivo.



Esa explicación evolutiva de los *conceptos* caracteriza, de un lado, la continuidad y coherencia de *disciplinas* separadas e identificadas por diferentes actividades intelectuales de los seres humanos y, de otro, un estado de profundos cambios a largo plazo por los cuales las *disciplinas* se transforman o son superadas.

Las actividades científicas de los humanos se dividen en *disciplinas* que son *empresas racionales* que reúnen en torno de sí grupos de científicos, profesionales unidos por el estudio, por los métodos y objetivos que las caracterizan y por las ideas y ambiciones explicativas. Esos *emprendimientos racionales* (las disciplinas) están en desarrollo histórico, se dedican a mejorar nuestras explicaciones de los fenómenos y están obligados a su propia transformación, a la autocrítica.

Los científicos y las disciplinas pasan, por tanto, por un proceso gradual y permanente que transforma sus modos teóricos y conceptos. La continua emergencia de innovaciones intelectuales está equilibrada por un proceso de *selección crítica*.

Toulmin, de esta forma, también rechaza el inductivismo, pues afirma que los conceptos evolucionan a medida que evolucionan las ambiciones explicativas y deja claro que hay una relación esencial entre las ideas intelectuales y los procedimientos explicativos o entre los conceptos y los problemas teóricos en una disciplina.

La evolución conceptual es entendida como una actividad humana en desarrollo y que presenta doble cara: una disciplinaria y otra profesional. Las vidas y las actividades intelectuales de los hombres se dividen en diferentes *disciplinas* y *profesiones*.

Aquello que identifica una *disciplina* no son los que en ella trabajan a lo largo del tiempo, ni sus ideas, ecuaciones y/o principales conceptos, que pueden cambiar de una generación a otra, sino los *problemas* con los que generaciones sucesivas se enfrentan y concentran su trabajo. Los problemas surgen cuando nuestras ideas sobre el mundo están en conflicto con la naturaleza (con la experiencia) o entre sí, o sea, cuando nuestras ideas quedan detrás de nuestros ideales explicativos.

El conjunto de conceptos representativos de una ciencia se transmite a través de las generaciones por el proceso de *enculturamiento*. Técnicas, procedimientos y habilidades intelectuales son aprendidas.

En una importante contribución para la enseñanza de las ciencias, afirma Toulmin que no basta aprender de forma mecánica para comprender una ciencia, sino que es preciso asociar a las palabras y ecuaciones a sus aplicaciones empíricas y, aún más, mirar para todo lo que se hace de forma crítica, con el objetivo de mejorar y modificar la herencia intelectual. Así avanza la ciencia.

Toulmin también diferencia, como Laudan (1977), los problemas empíricos de los conceptuales. Ejemplo de problemas conceptuales: cuando los científicos desean explicaciones más precisas de un fenómeno deben refinar los procedimientos originales o elaborar nuevos conceptos y teorías. Cita, además de los problemas conceptuales internos, los externos que son los conflictos entre teorías y/o procedimientos.

El enfrentamiento de esos problemas genera *cambios conceptuales* que pueden ser comprendidos en términos de la *solución de problemas*. En ese proceso, se pueden proponer novedades conceptuales que acaban generando cambios conceptuales radicales o, los conceptos se mantienen intactos y ocurre un refinamiento de la teoría.

Toulmin afirma que el científico natural muestra su racionalidad cuando está dispuesto a abandonar un sistema universal de pensamiento y a revisar sus conceptos y teorías a medida

que se profundiza progresivamente en la experiencia del mundo. Una innovación conceptual es una tarea sutil e imaginativa que debe ser aceptada colectivamente antes de llegar a ser una posibilidad; la comunidad juzga como puede ella contribuir en la solución de un problema o conjunto de problemas.

La existencia de *foros profesionales* de discusión es, por tanto, condición para el desarrollo serio y metódico de los ideales de una disciplina. Es preciso que esté organizada profesionalmente.

Alerta, entre tanto, que los factores intelectuales y sociales funcionan, muchas veces, como *filtros*. Las cuestiones científicas se relacionan con las personas, cuyos conceptos, teorías e ideales explicativos están en permanente discusión. En la ciencia, aunque aparente una imagen pública impecable, “el poder sigue siendo el poder” y la “institución sigue siendo la institución”, o sea, las personas y las instituciones ejercen poder e influencia tan reales en la política cuanto en la vida cotidiana.

En resumen, la ciencia es vista como una empresa racional en términos de población de conceptos, asociados a teorías más o menos estructuradas – las disciplinas; por otro lado, hay la población de científicos, vinculados a instituciones más o menos formalizadas – las profesiones.

Toulmin afirma que si hiciéramos un paralelo entre *disciplinas* y *profesiones científicas* verificaríamos que en la ciencia, así como en cualquier esfera de la vida humana, todos son iguales, pero algunos son más iguales, adquieren mayor influencia y hablan en nombre de la disciplina, y nuevas ideas solamente llegarán a ser posibilidades si hubiera adhesión de los miembros influyentes. En caso contrario estarán condenadas a desaparecer.

El enfoque principal de Toulmin está en los *conceptos* (átomos del conocimiento) y en el *cambio conceptual*. En esta óptica, la racionalidad está asociada a los procedimientos necesarios para que ocurra el cambio conceptual y esos procedimientos envuelven cuestiones intelectuales, sociales, económicas y culturales de la comunidad en cada época y lugar. Los conceptos ejercen autoridad intelectual sobre los pensadores individuales a semejanza de la autoridad que las reglas, costumbres morales, leyes e instituciones colectivas ejercen sobre los individuos.

Las innovaciones conceptuales del físico individual (por ejemplo) son juzgadas en relación a las ideas comunes que comparte con el resto de sus colegas; y piensa creadoramente cuando da su contribución para la mejora de ésta «física» colectiva. (Toulmin, 1977, p. 50).

Los conceptos compartidos son los instrumentos de nuestro pensamiento; el individuo hereda los conceptos en el contexto social y al mismo tiempo se vuelve individualmente su usuario, o sea, relativamente a los conceptos hay dos dimensiones: la individual y la colectiva. En la dimensión colectiva, Toulmin entiende que adquirimos el lenguaje y los pensamientos conceptuales en el curso de nuestra educación e *enculturamiento*, que acaban siendo el reflejo del pensamiento y de la comprensión de la sociedad donde cada individuo está inserto.

Según Toulmin, *los conceptos que emplea un individuo, los padrones de juicio racional que reconoce, cómo organiza su vida e interpreta su experiencia, todas esas cosas dependen, al parecer, no de las características de una ‘naturaleza humana’ universal o de la evidencia intuitiva de sus ideas básicas solamente, sino también del momento en que nació y el lugar en que vivió* (ibid). Es un error identificar la racionalidad con la logicidad. La racionalidad está asociada a las condiciones y maneras en que el sujeto se dispone a criticar las doctrinas intelectuales o teorías que adopta con el pasar del tiempo. No hay ninguna lógica

en el descubrimiento de nuevos conceptos. Toda actividad intelectual es una empresa donde la racionalidad reside en los procedimientos que gobiernan su desarrollo y su evolución histórica.

Toulmin, afirma que debemos abandonar el presupuesto de que la comprensión humana opera necesaria y universalmente de acuerdo con principios fijos.

Esta postura invierte el punto de prueba. Antes el cambio conceptual era el fenómeno que debía ser explicado dentro de un escenario de inmutabilidad intelectual; ahora el flujo intelectual es esperado y todo lo que es continuo, estable o universal se convierte en el fenómeno que exige explicación. La regla es la variabilidad intelectual.

La Figura 8 representa un diagrama V para la epistemología de Toulmin.

Bibliografía

Laudan, L. (1977). *El progreso y sus problemas*. Madrid, Encuentro Ediciones.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*. Madrid, Alianza Editorial.

Toulmin, S. (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona, Ediciones Península.

La epistemología de Toulmin

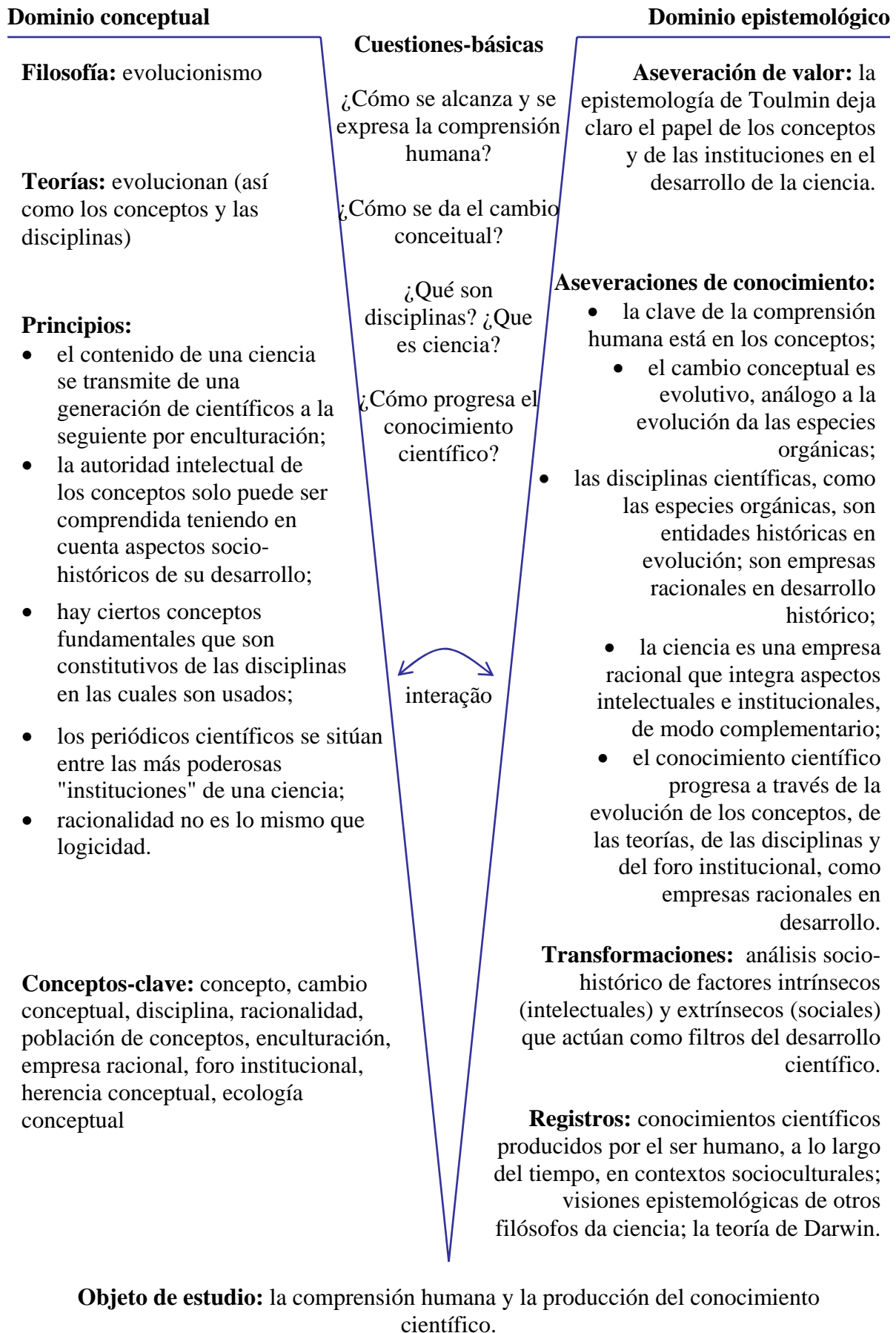


Figura 8. Un diagrama V para la epistemología de Toulmin.

9. Paul Feyerabend

Paul Feyerabend (1924-1994) entiende que la ciencia es una empresa esencialmente *anárquica* en el sentido de que ***no hay una sola regla, aunque plausible y bien fundada en la epistemología, que deje de ser violada en algún momento.*** Y esas violaciones son necesarias para el progreso. Los grandes saltos que se pueden verificar en la historia de la Física solo acontecieron porque alguien decidió transgredir reglas metodológicas.

Entiende Feyerabend *anarquismo epistemológico* como oposición a un principio único, absoluto, con opciones cerradas, contrario a tradiciones rígidas que pretenden padrones universales de validez. Diferente, por tanto, del anarquismo político como una oposición a las instituciones, a las ideologías, al gobierno.

Para Feyerabend, el único principio para que se desarrolle el conocimiento es: *todo vale.*

Así como la actividad lúdica es necesaria para la comprensión en los niños, él supone que ese mecanismo también continúa actuando en los adultos. La creación de una cosa y la comprensión de una idea correcta es un proceso no orientado por un programa bien definido, sino una operación disparatada, insensata, sin método.

Defiende que la *contra-inducción* es razonable y siempre una posibilidad de éxito por dos motivos:

1 – para ampliar al máximo el contenido empírico, el científico necesita introducir nuevas concepciones, diferentes alternativas, comparar ideas nuevas y antiguas. Observa, con todo que, en general, el científico intenta perfeccionar las ideas que van siendo vencidas en vez de alejarlas.

2 – no existe ninguna teoría que esté en armonía con todos los hechos conocidos en su campo de dominio, eso favorece la discrepancia entre las hipótesis y las observaciones.

La ciencia no conoce *hechos desnudos* pues, cuando el científico adquiere conocimiento de un hecho, lo hace con la mirada permeada por sus propios presupuestos que, para Feyerabend, son abstractos y discutibles (tales presupuestos) y dan forma a la manera personal de ver cada uno el mundo. Además de eso, el medio material puede desfigurarse, por ejemplo, el objeto observado; nuestros sentidos nos pueden engañar; construimos teorías a partir de principios no conocidos o, si son conocidos, de difícil verificación.

Así, entiende que el hombre no puede conocer el mundo a partir de dentro de él mismo, necesita de la crítica externa, de presupuestos alternativos, *necesitamos de un mundo imaginario para descubrir los trazos del mundo real.*

Argumenta en pro de la *contra-regla* que es el proceso que lleva al individuo a introducir hipótesis incompatibles con las teorías bien aceptadas y critica lo que él denomina de *condición de coherencia*, que exige que nuevas hipótesis se ajusten a las teorías ya consolidadas, no porque las antiguas estén mejor fundamentadas en la observación o porque sean más elegantes, sino apenas por ser más antiguas y familiares.

La *condición de coherencia*, según Feyerabend, impide discusiones alternativas aunque empíricamente aceptables y fuerza al científico a adherirse a una única teoría con el argumento de que hechos incompatibles, sí, necesitan ser examinados y pueden llevar a

progreso, pero hipótesis alternativas no llevan al mismo progreso. A ese presupuesto Fayerabend llama *principio de la autonomía*.

Sin embargo, aunque ese principio tal vez nunca haya sido formulado, cree él, está claramente presente en todas las investigaciones y tests, en la medida en que normalmente una única teoría está confrontada con los hechos. Replica ese punto de vista y entiende que la relevancia y el carácter refutador de experimentos críticos sólo pueden ser verificados con el auxilio de teorías alternativas a aquellas que están siendo probadas.

Refiriéndose a la Teoría Cuántica:

Con base en nuestras consideraciones, también se hace evidente que el éxito aparente no se puede ver como señal de verdad y de correspondencia con la naturaleza. Por el contrario, surge la sospecha de que la ausencia de dificultades mayores se debe a una reducción del contenido empírico, provocado por la simple eliminación de alternativas y de los hechos posibles de ser descubiertos con ayuda de tales alternativas (Feyerabend, 1989, p. 55).

Como consecuencia, sospecha que teorías así concebidas se transforman en rígidas ideologías, cuyo éxito es artificial porque no especifican hechos que se constituyan en pruebas o porque algunos de esos hechos son alejados. En suma, la *condición de coherencia* lleva a una uniformidad de opinión que destruye el poder de la imaginación y de las fuerzas a un *conformismo sombrío*.

El científico necesita adoptar **métodos pluralistas**, comparar sus teorías con otras, adoptar alternativas al contrario de alejarlas, alimentar el proceso de la competición.

El pluralismo de las teorías y de las doctrinas metafísicas no es apenas importante para la metodología; también es parte esencial de la concepción humanitaria. Educadores y progresistas siempre han intentado desarrollar la individualidad de sus discípulos, para asegurar que fructifiquen los talentos y convicciones particulares y, a veces, únicos que los niños poseen... Los argumentos en pro de la pluralidad evidencian que... es posible conservar lo que merecería el nombre de libertad de creación artística y usarla ampliamente, no sólo como trilla de fuga, sino como elemento necesario para descubrir y, tal vez, alterar los trazos del mundo que nos rodea (op. cit., p. 71).

Destaca que hay por lo menos dos niveles de discrepancias entre teorías y hechos: la numérica y la cualitativa. El valor numérico que se obtiene frecuentemente discrepa del valor previsto por la teoría aún considerando el margen de error. Los fallos de la teoría general de la relatividad frente a los cálculos del movimiento de Mercurio, el modelo atómico de Bohr introducido a pesar de la evidencia en contra, son ejemplos de teorías importantes que se conservan incluso frente a discrepancias numéricas entre teorías y observaciones.

En el nivel cualitativo cita varios ejemplos de inconsistencias: en la Electrodinámica, en la Relatividad, en la Física Moderna. Sin embargo, se conservan las teorías y se olvidan las limitaciones porque afirma él, trabajamos con *aproximaciones ad hoc*, que esconden o eliminan las dificultades cualitativas y crean la falsa impresión de que la ciencia es perfecta.

Esa tendencia de solamente admitir teorías que transcurren de los hechos conocidos y aceptados, nos deja sin teoría alguna, pues no hay teoría sin dificultades. O sea, necesitamos abandonar tal exigencia y revisar la metodología *admitiendo, ahora, la contra-inducción al igual que admitir las hipótesis fundadas*.

Los perturbadores y los intelectuales sin profundidad avanzan, mientras los pensadores ‘serios’ descienden a las regiones más sombrías del status quo, o dicho de otra manera, quedan presos en el fango (ibid., p.99).

Explora el ejemplo del movimiento de la piedra en el argumento de la torre⁴, utilizado por Galileo, para mostrar que los sentidos puros no proporcionan una verdadera comprensión de la naturaleza. Para llegar a esa comprensión es necesario que ‘los sentidos estén acompañados de la razón’. Si no fuese así, la teoría de Copérnico (la Tierra se mueve) estaría rechazada. Con eso, llama la atención a que los ingredientes ideológicos de nuestras observaciones y del conocimiento son descubiertos contra-inductivamente.

Cree que Galileo desarrolló una idea clara de movimiento permanente, sin ímpetu, a medida que él fue aceptando la concepción de Copérnico, y llegó a hacer compatible el movimiento de caída libre con la rotación de la Tierra, y así escapar de las dificultades del argumento de la torre. De esa forma actuó contra-inductivamente, transgredió reglas metodológicas.

Galileo movido por el deseo de provocar la aceptación del punto de vista de Copérnico introdujo conceptos y principios nuevos, entre ellos la inercia y el principio de relatividad de los movimientos, y con eso realizó progreso para la ciencia.

Destaca que hay diferencia perceptible entre las *reglas* (como concebidas por la filosofía de la ciencia tradicional) y los procedimientos efectivamente utilizados por los científicos en la investigación. La aplicación del “método científico” (positivista) impediría que la ciencia existiese, tal como la conocemos. Si existe, significa que estos métodos se obviaron en nombre de *formas de actuar provocadas por condiciones psicológicas, socio-económico-políticas y otras de carácter ‘externo’* (ibid, p. 260).

Feyerabend entiende que sólo es posible alcanzar el progreso de la ciencia si la diferencia entre el *ser* y el *deber ser* no se encara como línea divisoria fundamental, así como la distinción entre observación y teoría, pues, la experiencia sin la teoría es tan incomprensible como la teoría sin experiencia.

Ese es un trazo dogmático en la ciencia que debe ser superado y en ese sentido Feyerabend critica las ideas de Popper. Entiende que el racionalismo crítico surgió como una generalización de las soluciones propuestas a los problemas epistemológicos y metodológicos, que esta posición disminuye la fortaleza del ser humano, que no es posible tener al mismo tiempo una ciencia tal como la conocemos conviviendo con las reglas del racionalismo crítico (falseamiento, aumento de contenido, eliminación de hipótesis *ad hoc*, etc.). Se hace necesaria una nueva visión de las ciencias: entendiéndolas más anárquicas, más subjetivas, donde los “desvios” y los “errores” a las reglas metodológicas sean condiciones de progreso.

Resumiendo, sugiere que la regla es la *contra-regla*: i) introducir hipótesis conflictivas con las teorías bien confirmadas o corroboradas; ii) introducir hipótesis que no se ajusten a los hechos establecidos. *Dada la ciencia, la razón no puede ser universal y la sin-razón no puede verse excluida* (ibid., p. 279).

⁴ El argumento de la torre se opone a la idea del movimiento de la Tierra. (...) si la Tierra efectuase rotación diaria una torre de cuyo tope fuese lanzada una piedra, siendo llevada por el giro de la Tierra, se desplazaría centenas de metros hacia el leste durante el tiempo que la piedra consumiría para caer... Galileo escapó del argumento de la torre introduciendo nuevas interpretaciones naturales, es decir, reponiendo los sentidos en la posición de instrumentos de observación pero con respecto a la “realidad de movimiento relativo” (el movimiento real de la piedra es al mismo tiempo rectilíneo y circular).

Concluyendo, se presenta en la figura 9 la epistemología de Feyerabend en un diagrama V.

Bibliografía

Feyerabend, P. (1989). *Contra o método*. Rio de Janeiro, Francisco Alves.

Feyerabend. P. (1996). *Matando o tempo. Uma autobiografia*. São Paulo, Editora da UNESP.

La epistemología de Feyerabend

Dominio conceptual

Filosofías: irracionalismo; anarquismo epistemológico; pluralismo libertario (metodológico, teórico y epistemológico)

Teorías: compiten entre sí, pero son inconmensurables en el sentido de que no siempre pueden ser comparadas

Principios:

- la comparación entre teorías es un procedimiento mucho más complejo de lo que el racionalismo;
- el contenido empírico no es criterio para decidir entre teorías;
- contra-reglas: usar hipótesis que entren en conflicto con teorías confirmadas o corroboradas y que no se ajusten a hechos bien establecidos;
- la incomensurabilidad entre teorías depende de cómo são interpretadas.

Conceptos: anarquismo epistemológico, todo vale, pluralismo libertario, pluralismo metodológico, teórico y filosófico, inconmensurabilidad, contra-inducción, contra-el-método

Cuestiones-básicas

¿Cómo progresa el conocimiento científico?

¿Como es la metodología de la ciencia?

interacción

Dominio epistemológico

Aseveración de valor: la negación del método único y la visión pluralista tienen grandes implicaciones para la práctica docente.

Aseveraciones de conocimiento:

- el progreso científico se da a través de un pluralismo teórico y metodológico;
- no hay un conjunto único, fijo, de reglas, que se pueda caracterizar como "el método científico";
- la única metodología capaz de no inhibir el progreso científico es el vale todo;
- las instituciones científicas no son "objetivas".

Transformaciones: análisis crítico de la producción del conocimiento científico desde una perspectiva histórica pluralista, anarquista, libertaria.

Registros: conocimientos científicos producidos por el ser humano a lo largo del tiempo en contextos históricos y socioculturales; visiones epistemológicas de Popper, Lakatos y Kuhn.

Objeto de estudio: la producción del conocimiento científico.

Figura 9. Un diagrama V para la epistemología de Paul Feyerabend.

10. Humberto Maturana

El objetivo principal de Humberto Maturana (1928) es explicar el *fenómeno del conocer* a través de un abordaje de cuño biológico tomando el *observador* (el conocedor) y la experiencia del observador, su *objetividad*, como punto de partida.

El ser humano (el observador) es un ser vivo. Los seres vivos son sistemas *determinados estructuralmente* que interactúan con el medio y entre sí.

Las interacciones con el medio se caracterizan por la *conservación de la organización*, esto es, no son interacciones destructivas sino apenas *perturbaciones* que se procesan. En eso consiste la distinción entre la vida y la muerte: la muerte es la ausencia de organización (desintegración), mientras que la vida presupone interacciones que son perturbaciones en correspondencia con el medio, de tal forma que va ocurriendo *adaptación*. Esa es la esencia de su *teoría de la autopoiesis*.

En esa interacción, tanto el organismo como el medio van cambiando juntos; va ocurriendo una historia de cambio estructural del organismo y una historia de cambio estructural del medio, y son historias congruentes, que producen un curso, donde, momento a momento, uno desencadena cambios en el otro. Ex.: cuando usamos zapatos nuevos ocurre que el pie crea callos y el zapato se deforma con el tiempo; como resultado se puede decir que el dominio de congruencia estructural entre el pie y el zapato se amplió.

Ese tipo de cambio estructural recurrente, ocurre también en las interacciones entre organismos. Lo social, por ejemplo, surge en el ámbito del vivir, surge en la convivencia de individuos (personas) que se realizan como tal, viviendo en él.

Pero, para que ocurra esa historia de interacciones recurrentes es preciso que haya disposición, una aceptación del otro en la convivencia, en otras palabras, está presente la emoción.

Según Maturana, ha sido una historia de variabilidades la historia evolutiva del ser humano. Pero hay algo que se conserva y que distingue ese ser de los otros animales: son las interacciones recurrentes, la convivencia, el compartir. Y eso no es cultural, es biológico.

En esa historia donde hay espacio para interacciones recurrentes, para el consenso, para compartir, el toque sensual, la colaboración, la vida en grupos surge el *lenguaje*.

Es en la conversación, en el lenguaje donde surgen los objetos porque su existencia es traída a la mano por el observador. No es lo externo lo que determina la experiencia. El sistema nervioso funciona con relaciones internas, o sea, el mundo que percibimos emerge de dentro, la experiencia nos acontece y en seguida intentamos explicar lo que hacemos en base a la convivencia. Y la convivencia tiene por detrás de sí la emoción (el amor), que hace posible el fenómeno de la interacción recurrente.

El conocimiento se adquiere en la convivencia. Es necesario, a través de la convivencia ser capaz de hacer ciertas cosas que los otros consideran satisfactorias y las acaban incorporando.

El conocimiento es una apreciación de un observador sobre la conducta del otro, que puede ser él mismo. En el momento en que se vé de esa forma, por un lado, descubrese que el conocimiento se adquiere siempre en la convivencia. Descubrese que se aprende a ser de una u otra forma en la convivencia con otros seres humanos.

Por otro lado, descubrese que el conocimiento tiene que ver con las acciones.
(Maturana, 2001, p. 123).

Maturana propone que existen dos caminos explicativos distintos: la *objetividad sin paréntesis* presupone que exista una realidad independiente del observador, que adopta reflexiones y métodos universales, válidos para todos los humanos en cualquier lugar sin tener en cuenta la emoción. Como esa realidad es única, vale la noción de universo y universalidad.

Con todo, él entiende que no es así como el individuo conoce.

El otro camino es el de la *objetividad entre paréntesis*, que tiene en cuenta la emoción y el dominio de acción de cada persona, o sea, toma la experiencia del sujeto en cuanto ser humano como foco a partir del cual la ciencia se hace en el placer de explicar las cosas. *Ese explicar es una reformulación de la experiencia con los elementos de la propia experiencia del observador.* Se abre así la posibilidad de entender la ciencia como conectada al cotidiano. Podemos tener tantos dominios de realidad, tantos universos, cuantos dominios de coherencia operacional podamos originar en nuestra experiencia, de ahí la idea de multiverso. La filosofía de Maturana va en esa línea.

Dominios explicativos son dominios de realidad, por ejemplo, la historia de la física, el fútbol, la biología, etc.. Todos están definidos por un conjunto de coherencias operacionales – cada uno es un universo.

Para Maturana una explicación solamente es científica si obedece al Criterio de Validación de las Explicaciones Científicas, satisfaciendo simultáneamente: 1- *fenómeno*: no es el fenómeno en sí, sino aquello que el observador debe hacer para experimentar lo que se quiere explicar (expresado como una receta: hacer así, medir de esa forma, etc.); 2- *hipótesis explicativa*: la reformulación de la experiencia bajo la forma de un *mecanismo generativo* que cuando se pone a funcionar en la experiencia del observador genera lo que se quiere explicar (el fenómeno). Es siempre una proposición *ad hoc* que está relacionada con los descubrimientos previos del observador; 3- *deducción* a partir de la operación de tal mecanismo generativo y de las coherencias operacionales en el ámbito de la experiencia del observador y de las operaciones que debe realizar en su dominio de experiencias para tener la experiencia; 4 – *realización de la experiencia* (en la experiencia del observador) por la realización de las operaciones deducidas en la condición anterior.

Tal criterio de validación de las explicaciones científicas no exige suponer una realidad independiente del observador, o sea, no necesitamos de la objetividad sin paréntesis para hacer ciencia.

Ese criterio constituye un dominio social, en la medida en que las explicaciones científicas son válidas en cuanto es aceptado el criterio dentro de la comunidad científica que lo acepta.

Como dominio cognitivo, la ciencia es un dominio de acciones, una red de conversaciones que envuelve afirmaciones validadas en una comunidad que acepta el Criterio de Validación de las Explicaciones bajo la pasión de explicar.

Hay siempre una emoción por detrás del dominio en el cual acontece una acción. En el caso de la ciencia la emoción fundamental es la curiosidad bajo la forma de *pasión de explicar*.

Lo que define la ciencia, para Maturana, es el Criterio de Validación que los científicos usan y bajo el cual deciden si una explicación es válida o no. Además de eso, las explicaciones surgen dentro de un dominio de experiencias que es expansible, esto es, siempre

es posible hacer nuevas preguntas y generar nuevas explicaciones de forma incesante. Por tanto, el crecimiento de la ciencia es continuo.

Como deben satisfacer a un mecanismo generativo, las explicaciones científicas son mecanicistas. Sin embargo, el criterio de validación de las explicaciones científicas está constituido en términos de coherencias operacionales del científico y no involucra suposiciones sobre una realidad objetiva independiente.

Como científico, el ser humano está bajo la pasión de explicar y se vuelve más cuidadoso para no confundir dominios experienciales comprometiéndose a usar apenas *criterio de validación de las explicaciones científicas* en su explicar. Entiende que comprender una experiencia dada es un operar consciente de las circunstancias que la generan y también que todo lo que ocurre en una explicación científica ocurre en el dominio de experiencia del observador. Así las teorías científicas surgen como libres creaciones de su operación en cuanto científicos.

Entiende Maturana que es engañosa la creencia de que la ciencia debe revelar propiedades de una realidad independiente del observador y que las teorías científicas deben involucrar cuantificaciones y predicciones.

Maturana discrepa de Popper, Lakatos, Kuhn y otros, pues entiende que las nociones de falseabilidad, verificabilidad o confirmación no se aplican al dominio de la ciencia ya que las explicaciones científicas no se refieren a una realidad independiente del observador, sino que se refieren a la experiencia del individuo en cuanto ser humano. Por tanto, la validez de lo que se hace en la ciencia se sustenta en la consensualidad operacional, en la cual ella surge como coexistencia humana.

Por las mismas razones no se sustenta la frecuente afirmación de que el conocimiento científico es válido porque sus explicaciones y afirmaciones son continuamente confrontadas con la realidad objetiva independiente y que es la universalidad y la objetividad las que garantizan la fuerza de los argumentos racionales y el carácter convincente de las afirmaciones científicas.

La ciencia no es diferente de cualquier otro dominio cognitivo, su peculiaridad surge de su forma de constitución por la aplicación del *criterio de validación de las explicaciones científicas*, que describe lo que los científicos hacen en la práctica de la investigación científica. El científico no puede generar afirmaciones y explicaciones que no estén constitutivamente en las coherencias operacionales de su praxis de vivir. En ese dominio, cualquier experiencia es un objeto de reflexión.

En la Figura 10, se presenta, a modo de conclusión, un diagrama V para la epistemología de Maturana.

Bibliografía

- Maturana, H. (2001). *Ciência, cognição e vida cotidiana*. Belo Horizonte, Editora da UFMG.
- Maturana, H. e Varela, F. (2001). *A árvore do conhecimento. As bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo, Palas Athena.

La epistemología de Maturana

Dominio conceptual

Filosofías: determinismo estructural; no es lo externo lo que determina la experiencia, son correlaciones internas en la máquina autopoietica que es el ser vivo.

Teorías: son sistemas explicativos, lo que las hace científicas es el hecho de satisfacer el criterio de validación de las explicaciones científicas; su objetivo es explicar, no resguardar principios o valores.

Principios:

- el explicar es siempre una reformulación de la experiencia que se explica;
- la explicación se da en el lenguaje;
- hay tantas explicaciones como modos de aceptar reformulaciones de la experiencia;
- hay diferentes realidades, todas legítimas;
- en la experiencia, la ilusión es indistinguible de la percepción;
- hay dos objetividades, sin paréntesis y entre paréntesis.

Conceptos-clave: observador en el observar, ilusión y percepción, autopoiesis, máquina autopoietica, objetividad entre paréntesis, objetividad sin paréntesis, emociones, dominios cognitivos.

Cuestiones-básicas

¿Qué es ciencia? ¿Qué la distingue de otros dominios explicativos?

¿Cómo progresa el conocimiento científico?

interacción

Dominio metodológico

Aseveración de valor: es una epistemología diferente, pues procura explicar el conocer explicando el conocedor y tomándolo como punto de partida.

Aseveraciones de conocimiento:

- ciencia es un dominio explicativo, válido para todos aquéllos que aceptan el criterio de validación de las explicaciones científicas: 1) tener el fenómeno a explicar, 2) tener la hipótesis explicativa, 3) satisfacer la deducción de otras experiencias y 4) la realización de esas experiencias por un observador padrón;
- la noción de progreso no se aplica a la ciencia como dominio cognitivo; la noción de progreso tiene que ver con lo que el ser humano considera mejor o con lo que desea.

Transformaciones: análisis crítico de la producción del conocimiento científico desde una perspectiva biológica, centrada en el ser humano, en la experiencia del observador, en la experiencia en el lenguaje.

Registros: conocimientos científicos producidos por el ser humano, a lo largo del tiempo, en contextos socioculturales; el conocimiento cotidiano; las ciencias biológicas; el ser vivo.

Objeto de estudio: la producción del conocimiento humano, cotidiano y científico.

Figura 10. Un diagrama V para la epistemología de Maturana.

11. Mario Bunge

Físico teórico argentino, Mario Bunge (1919), actualmente profesor de Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Mc’Gill, en Montreal, en Canadá, afirma *que la Física constituye el paradigma de la ciencia y el principal proveedor de materiales para la elaboración filosófica* (Bunge, 2000, p. 9). Pero, los físicos pasaron a adoptar una filosofía que él denomina *operacionalismo* (un símbolo físico o ecuación tiene significado si dice respecto a alguna operación posible), que es un credo ortodoxo.

Para Bunge, el *operacionalismo* se caracteriza por algunos dogmas que son una versión extrema del empirismo: la observación es fuente de conocimiento; hipótesis y teorías son síntesis inductivas; las teorías no son creadas, sino descubiertas; el objetivo de las teorías es sistematizar la experiencia humana; teorías que contienen conceptos que no vienen de la observación (ex: el concepto de campo) son operaciones matemáticas; y otros más. Bunge los critica, uno a uno, porque entiende que constituyen una falsa filosofía de la Física y afirma *que en la realidad, ningún físico iría muy lejos si actuase obedeciéndolos, pues ni reflejan la efectiva investigación ni la promueven* (op. cit., p. 13).

En otras palabras, nos quiere enseñar que la filosofía *empirista-inductivista* aún presente en la Física, y en la ciencia en general, necesita ser sustituida por una visión filosófica más contemporánea, que ayuda al científico a ser más crítico y creativo.

El ser humano, según Bunge, intenta entender el mundo a través de su inteligencia imperfecta, pero perfeccionable. En ese proceso, construye la ciencia, un creciente cuerpo de ideas que se estructuran en un conocimiento racional, exacto, verificable y consecuentemente falible.

Ciencia formal y ciencia fáctica (factual)

Entiende que toda la investigación científica está en busca de conocimiento objetivo y en ese sentido divide la ciencia en *formal* (ideal) y *fáctica* (material).

Ciencia Formal: se incluyen en esta categoría la Lógica y la Matemática, pues aunque productoras de conocimiento racional, sistémico y verificable, sus objetos de estudio no aportan informaciones sobre la realidad. Tratan de entes abstractos, que sólo existen en la mente humana.

En el mundo real encontramos 3 libros, en el mundo de la ficción construimos 3 discos voladores. Sin embargo, ¿quién vió ya un 3, un simple 3 (Bunge, 1960, p. 10).

Ciencia Fáctica: se basa en la formulación de hipótesis respecto de hechos y objetos materiales. Los enunciados fácticos deben ser verificables directa o indirectamente; el conocimiento no es apenas convencional, sino que pasa por la reconstrucción conceptual (o modelaje) de los hechos a través de la experiencia.

Los rasgos principales de la ciencia de la naturaleza son la *racionalidad* y la *objetividad*. Entiende por *racionalidad* todo lo que está constituido por conceptos, juicios, raciocinios, imágenes, modelos, etc.. Entonces, el punto de partida son las ideas, tal que ellas puedan combinarse de acuerdo con un conjunto de reglas lógicas para producir nuevas ideas, o sea, inferencia deductiva. Esas ideas no son un “amontonado caótico” sino que se organizan

en sistemas de ideas – la ciencia es, por tanto, sistémica. Por *objetividad* entiende que el conocimiento científico está de acuerdo aproximadamente con el objeto de estudio; que las ideas se adaptan en cierta medida a los hechos (observación y experimentación).

Esos rasgos de las ciencias fácticas, según Bunge (op. cit., pp. 16-36), encierran un conjunto de características, enumeradas por él: 1) *el conocimiento científico es fáctico* (parte de los hechos a través de la curiosidad y siempre vuelve a ellos); 2) *el conocimiento científico trasciende los hechos* (va más allá de las apariencias); 3) *la ciencia es analítica* (el análisis no es objetivo, sino una herramienta); 4) *la investigación científica es especializada* (la especialización es una consecuencia de la analiticidad); 5) *el conocimiento científico es claro y preciso* (la ciencia hace preciso lo que el sentido común conoce de manera nebulosa); 6) *el conocimiento científico es comunicable* (no es privado, sino público, la comunicabilidad es posible gracias a su precisión); 7) *el conocimiento científico es verificable* (el test de las hipótesis fácticas es empírico); 8) *la investigación científica es metódica* (toda la investigación está planificada en el sentido de que el científico sabe lo que busca y cómo encontrarlo); 9) *el conocimiento científico es sistémico* (las teorías forman sistemas de ideas conectadas lógicamente entre si); 10) *el conocimiento científico es general* (el científico se ocupa de hechos singulares en la medida en que éstos forman parte de una clase general o casos de una ley); 11) *el conocimiento científico es legal* (busca leyes/regularidades); 12) *la ciencia es explicativa* (intenta explicar la naturaleza en términos de leyes y las leyes en términos de principios); 13) *el conocimiento científico es predictivo* (la predicción se funda en leyes e informaciones específicas fidedignas); 14) *la ciencia es abierta* (las nociones respecto de la naturaleza no son definitivas, están en permanente movimiento, son falibles); 15) *la ciencia es útil* (porque es eficaz en la promoción de herramientas para el bien o para el mal).

Requisitos para el conocimiento científico

Lo que caracteriza el conocimiento científico es su verificabilidad ... (ibid., p. 41).

Verificabilidad en el sentido de Bunge tiene que ver con el modo, medio o método a través del cual se *presentan problemas científicos* y se *ponen a prueba las soluciones propuestas*. No se trata de obtener la verdad. La verdad es aceptada siempre provisoriamente porque los datos empíricos no son infalibles. Para que algo merezca ser llamado científico, debemos ser capaces de describir objetivamente los procedimientos utilizados para obtener los datos que nos llevarán a un enunciado, de manera que puedan ser reproducidos por quien se disponga a aplicarlos.

El método científico

Bunge propone la siguiente reflexión: ¿existe una técnica infalible para inventar y verificar hipótesis científicas, o sea, existe un “método científico”? La respuesta es que *semejante arte jamás fue inventado* y se puede decir que jamás lo será, al menos que se modifique la definición de ciencia. No hay reglas infalibles que garanticen el descubrimiento de nuevos hechos y la invención de nuevas teorías.

El “método científico”, si lo queremos llamar así, apenas indica el camino, provee una luz, posee algunas reglas, que no son de oro sino plásticas, según Bunge. La inducción, la analogía, la deducción de suposiciones extracientíficas son ejemplos de las múltiples maneras de inventarse hipótesis, siendo que el único invariante es el requisito de la *verificabilidad*.

En resumen, el arte de formular preguntas y comprobar respuestas – el “método científico” - cuyas reglas no son simples, ni infalibles, ni bien conocidas – es cualquier cosa menos un conjunto de recetas.

Modelos científicos

Para aprehender la realidad el ser humano comienza con idealizaciones y simplificaciones que permiten construir lo que Bunge define como *objeto-modelo* o *modelo conceptual* de la cosa, hecho o fenómeno. El *modelo conceptual* nos puede dar una imagen simbólica de lo real. Después se atribuye a él ciertas propiedades, en general no sensibles, buscando insertarlo en una teoría capaz de describirlo teórica y matemáticamente. Esta es la etapa del *modelo teórico*, o sea, la complejidad va aumentando. Solamente la prueba de la experiencia puede decir si el modelo es verdadero o falso. Pero el propio fracaso puede sugerir nuevas ideas de las modificaciones que deben ser introducidas para hacer el modelo más realista.

Entiende que el *modelo* involucrado en cada teoría, genérica o específica, no necesita ser pictórico y no debe ser confundido con analogías o metáforas, de hecho, las metáforas se deben evitar, pues... *ni diagramas, ni análogos materiales pueden representar el objeto de una manera tan precisa y completa como lo hace un conjunto de enunciados* (Bunge, 1974, p. 27).

En resumen, la visión epistemológica de Bunge es profundamente racionalista. Entiende que es posible axiomatizar cualquier campo de conocimiento, pero un nuevo tipo de axiomatización en que, particularmente en la Física, toda fórmula debe estar acompañada de una asunción semántica capaz de esclarecer el significado físico de los conceptos fundamentales involucrados. Todavía, considera que la característica fundamental de las ciencias naturales (o fácticas) es la *verificabilidad* y en ese sentido asume una postura realista. Sin embargo, la verificabilidad de las hipótesis no garantiza que ellas sean definitivas.

Así, Bunge asume que la *modelización*, un proceso creativo del ser humano que encierra un aspecto idealizado de una parte de la realidad, es una forma eficaz de aprehender la realidad. Pietrocola (1999) sugiere que, para Bunge, *la actividad de modelización sería un verdadero motor de la actividad científica, por canalizar las dos instancias de lo humano: la teorización generalizante de los dominios abstractos y el empírico específico y concreto de la experiencia sensitiva.*

Con relación a las implicaciones para la enseñanza de la Física, y de las ciencias en general, Bunge sugiere que el uso cuidadoso de los modelos instrumentaliza al alumno a representar la realidad, favorece la comprensión del mundo y ejercita su capacidad creativa y reflexiva.

La epistemología de Bunge está diagramada en la Figura 11.

Bibliografía

- Bunge, M. (1960). *La ciencia su método y su filosofía*. Buenos Aires, Ediciones Siglo Veinte.
- Bunge, M. (1974). *Teoria e realidade*. São Paulo, Perspectiva.
- Bunge, M. (1985). *Epistemología*. Barcelona, Editorial Ariel.
- Bunge, M. (2000). *Física e filosofia*. São Paulo, Perspectiva.
- Pietrocola, M. (1999). Construção e realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o Ensino de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 4, n. 3.

La epistemología de Bunge

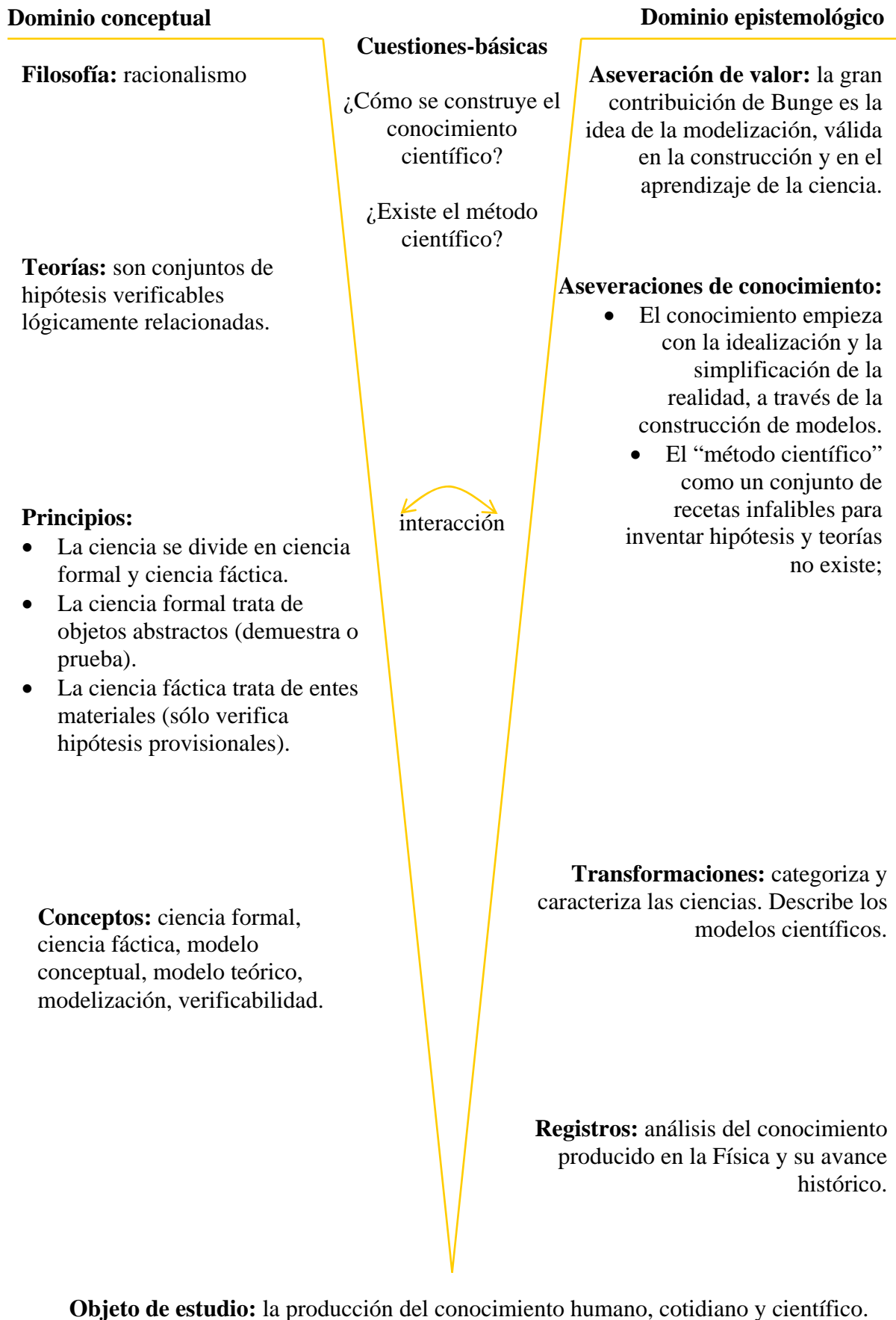


Figura 11. Un diagrama V para la epistemología de Mario Bunge.

12. Ernst Mayr

Biólogo evolucionista, Ernst Mayr (1904-2005), dedicó su vida a dar un nuevo ropaje a la teoría de la evolución de Charles Darwin (1809-1882). Dedicó gran esfuerzo, en algunas de sus obras, para analizar las teorías, los fundamentos y la evolución de las ideas hoy dominantes en la moderna Biología. Estuvo preocupado por mostrar que la Biología se distingue de las ciencias físicas desde sus principios básicos y metodologías de construcción de las teorías científicas, hasta su influencia en la visión de mundo del ser humano actual.

Entiende que hubo una valorización excesiva de la Física, y de la Matemática, en la conceptualización de ciencia en los últimos siglos y un consecuente *asentimiento arrogante de que la Biología es una ciencia inferior* (Mayr, 1998, p. 18).

Segundo Mayr, la Biología a lo largo de su historia sufrió constantes influencias internas (en el interior del propio campo de investigación) y externas: ideologías universales como el *esencialismo*; dogmas religiosos como el *creacionismo*. Pero, algunos factores muy influyentes provienen de otros campos de la ciencia: *el fiscalismo externo (incluyendo el determinismo y el reduccionismo extremo), que prevalecía en el pensamiento occidental después de la revolución científica, influyó fuertemente la formación teórica en Biología, por varios siglos, muchas veces, inclusive exactamente en contra de aquello que hoy es evidente.* (op. cit., p. 57).

Discrepa que la Física sea el paradigma de la ciencia y que cuando se entiende Física se puede entender cualquier otra ciencia, inclusive Biología. Afirma que todos los intentos de circunscribir el mundo vivo a las leyes naturales de la Física fallaron porque los organismos vivos son sistemas complejos, organizados y principalmente porque durante billones de años estuvieron afectados por procesos históricos, lo que no ocurre con el mundo inanimado.

Todavía, concuerda con la convicción creciente de la moderna filosofía de la ciencia de que no hay verdades absolutas y que las teorías deben ser continuamente verificadas en un espíritu de coexistencia de teorías alternativas, lo que hace la ciencia más flexible y abierta. Entiende que cada ciencia requiere su propio método, teniendo presente que creatividad, observación, experimentación, análisis, construcción de hipótesis y clasificación son aspectos tan valiosos para la Física como para la Biología. **Por eso la filosofía de la Biología de Mayr enfatiza la Biología como una ciencia autónoma, amparada en parámetros independientes de las ciencias físicas.**

Diferentes visiones para distintos campos de la ciencia

Desde su visión de biólogo, asegura que el persistente intento de adoptar principios y conceptos de la Física para todas las otras ciencias que pretenden ser genuinamente científicas es un error.

Algunos de esos principios básicos: 1) *esencialismo* o *tipología*, entendimiento de que la variedad de fenómenos de la realidad consiste en un número limitado de esencias o tipos y que cada uno da origen a una clase independiente: triángulos, por ejemplo, son diferentes de los rectángulos y no es posible concebir una figura intermedia; 2) *determinismo*, trata de la posibilidad de predicción absoluta del futuro con base en el conocimiento del mundo presente; 3) *reduccionismo*, creencia de que la explicación de un sistema, u objeto, o ser vivo queda resuelta con el conocimiento de todas sus partes menores; 4) *búsqueda de leyes naturales universales*, con la pretensión de ser válidas para todas las ciencias.

Esas características, *fisicalistas*, no se aplican a la Biología, ni a otras ciencias (antropología, psicología, sociología) por la complejidad de los sistemas biológicos y porque la casualidad desempeña un papel fundamental en esas áreas.

Afirma que algunos intentos del desgarrarse del monopolio de la Física acabaron resbalando en otra trampa. Pasaron a invocar *fuerzas ocultas* como el *vitalismo* y la *teología* para explicar los organismos vivos.

El *vitalismo* creía que los movimientos y todas las manifestaciones de la vida eran controlados por una fuerza invisible, la *vis vitalis*, así como el movimiento de los planetas es controlado por la gravitación. Todas las experiencias realizadas en el intento de demostrar la existencia de la *vis vitalis* fracasaron y el *vitalismo* tuvo que ser abandonado. La *teleología* es el principio por el cual los procesos tienen un fin definido o una meta. La *teleología* tuvo duración milenaria, apoyada principalmente por las creencias de los cristianos (en la resurrección) y en la esperanza de todos en un futuro mejor.

Según Mayr la Biología se compone de dos campos distintos: la *Biología funcional* (mecanicista) y la *Biología histórica* (evolucionista). La primera lidia con la fisiología de todas las actividades de los organismos vivos, incluyendo los procesos celulares y del genoma. La segunda envuelve todos los aspectos relacionados con la evolución y hace indispensable el conocimiento de la historia.

Los procesos funcionales se pueden explicar de forma *mecanicista*, pero la *Biología evolucionista* es muy diferente de las ciencias exactas, pues lidia con fenómenos *únicos* como la extinción de los dinosaurios, la aparición del ser humano, el origen de las novedades evolutivas, la explicación de la diversidad orgánica, etc.. **No hay cómo explicar fenómenos únicos a través de leyes universales.** Ese es uno de los argumentos fundamentales por los que la Biología requiere una filosofía independiente.

Conceptos y principios específicos precisaron ser construidos para que la Biología fuese reconocida como ciencia: la *complejidad de los sistemas vivos* es un concepto biológico que tiene que ver con la riqueza de las propiedades emergentes, de las cuales surgen cualidades como *reproducción, metabolismo, replicación, adaptación, crecimiento y organización jerárquica*. La *evolución* es un concepto relacionado con la constatación de que el cosmos, el mundo vivo, está en permanente cambio (evolución). El concepto de *biopoblación* es tal vez la mayor diferencia entre el mundo inanimado y el vivo pues *cada individuo es único (...)* no existen dos entre los 6 billones de seres humanos que sean iguales (Mayr, 2005, p. 45). La *causalidad dual* transcurre del hecho de que los procesos biológicos son controlados por leyes naturales y también por programas genéticos contenidos en el genoma. La *selección natural* de Darwin tiene que ver con el proceso de *eliminación y adaptación*, o sea, los individuos menos adaptados son los primeros en ser eliminados en cada generación, siendo que tienen más oportunidad de sobrevivir y reproducirse los mejor adaptados.

Mayr destaca un nuevo método introducido por la Biología evolucionista: el de las *narrativas históricas*. El científico histórico construye una narrativa histórica que después tiene su valor explicativo comprobado. Un ejemplo clásico de narrativa histórica: inicialmente se atribuía la extinción de los dinosaurios a una epidemia, pero serias objeciones se levantaron contra esa hipótesis. Una nueva propuesta, entonces, atribuía la extinción a una catástrofe climática, pero tampoco hubo indicios de tal evento climático. El físico Walter Álvarez postuló, entonces, que la extinción tenía que haber ocurrido por las consecuencias del impacto de un asteroide en la Tierra. Ninguna observación posterior entró en contradicción con esa teoría y ella ganó la adhesión.

Así, mientras la observación y la experimentación son muy importantes para la *Biología funcional* y para las ciencias físicas; en la *Biología evolucionista* las *narrativas históricas* y la *comparación de evidencias* variadas pasan a ganar un destaque fundamental.

Reduccionismo x visión holística

Para Mayr, el reduccionismo fisicalista no puede explicar sistemas complejos: aislar las partes menores, o sea, conocer exhaustivamente protones, electrones, neutrinos, quarks o cualquiera de las otras partículas elementales no ayudaría a explicar el origen de la vida. Es indispensable un abordaje que incluya el estudio de las interacciones en niveles superiores, y este es un abordaje holístico. Ninguno conseguiría inferir la estructura y el funcionamiento de un riñón con un catálogo completo de todas las moléculas de que está compuesto. Este argumento es válido también para sistemas inanimados. La combinación del cabo (vara) y de la cabeza del martillo es lo que permite entender las propiedades del martillo en cuanto martillo, y no el estudio detallado de la estructura de la madera de la vara hasta el nivel molecular y atómico.

El fracaso del reduccionismo explicativo también debilitó el sueño de unificación de la ciencia, o sea, de reducción de las leyes y teorías de un campo de la ciencia a las leyes y teorías de algún campo más básico, en particular, de la ciencia física.

Mayr sugiere un nuevo abordaje para las ciencias biológicas, basado en la comprensión de que:

- sistemas biológicos son sistemas ordenados, y sus propiedades no vienen apenas de las propiedades químico-físicas de los componentes, sino de su organización;
- hay un sistema de niveles de organización en que las propiedades de los sistemas superiores no son necesariamente reducibles a propiedades inferiores;
- sistemas biológicos almacenan información históricamente adquirida;
- frecuentemente emergen propiedades en los sistemas complejos, que no son explicadas a través del análisis de sus componentes.

Se es posible afirmar que los grandes descubrimientos de la Física del siglo XX cambiaron la visión de los “científicos modernos” (eso porque es necesario tener formación fisicalista para poder comprender tales contribuciones), de otro lado, la teoría de Darwin modificó la visión del mundo de las “personas comunes” de una forma tan drástica, como no había ocurrido antes. El impacto de las ideas de Darwin se debe, principalmente, a la *evolución* a través de la *selección natural*, que introdujo la idea de la descendencia común, o sea, en términos zoológicos no somos más que monos especialmente evolucionados. Darwin explicó a través de la *evolución* y *selección natural* todos los fenómenos que antes necesitaban invocar fuerzas sobrenaturales.

Pero, advierte Mayr, la variación darwiniana no se fundamenta en leyes newtonianas y eso no era aceptable para los científicos y filósofos deterministas de la época, para quienes cualquier causa o evento que ocurriese de modo regular era llamado ley. Las teorías estaban basadas en leyes. La cuestión es que en la Biología las regularidades no se relacionan con aspectos básicos de la materia como en la Física, sino que están restringidas al tiempo y al espacio, y sujetas a muchas excepciones. Por eso, hoy, la visión más aceptada es la de que las teorías en biología evolucionista están basadas en conceptos mucho más que en leyes.

Mayr llama la atención a la imposibilidad de expresar todas las otras ciencias dentro del cuadro conceptual de las ciencias físicas, destacando con propiedad, las diferencias conceptuales y metodológicas de la Biología como ciencia genuina. La ciencia, según Mayr,

avanza de manera muy semejante a la del mundo orgánico a lo largo del proceso darwiniano. *El proceso epistemológico, así, está caracterizado por variación y selección* (ibid, p. 184).

La Biología organiza sus conocimientos en estructuras conceptuales y no en leyes. Los conceptos poseen mayor flexibilidad y aprovechamiento heurístico. El progreso de la ciencia biológica consiste en gran medida en el desarrollo de nuevos conceptos y principios (clasificación, selección, evolución, especie, tasa, descendencia, aptitud, variedad, causalidad, etc.) y en el permanente refinamiento y articulación de esos conceptos y, ocasionalmente eliminación de conceptos erróneos.

El diagrama V de la Figura 12 intenta reflejar la estructura de la epistemología de Mayr.

Bibliografía

Mayr, E. (1998). *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília, Editora da UnB.

Mayr, E. (2005). *Biologia, ciência única*. São Paulo, Editora Schwarcz.

La epistemología de Ernst Mayr

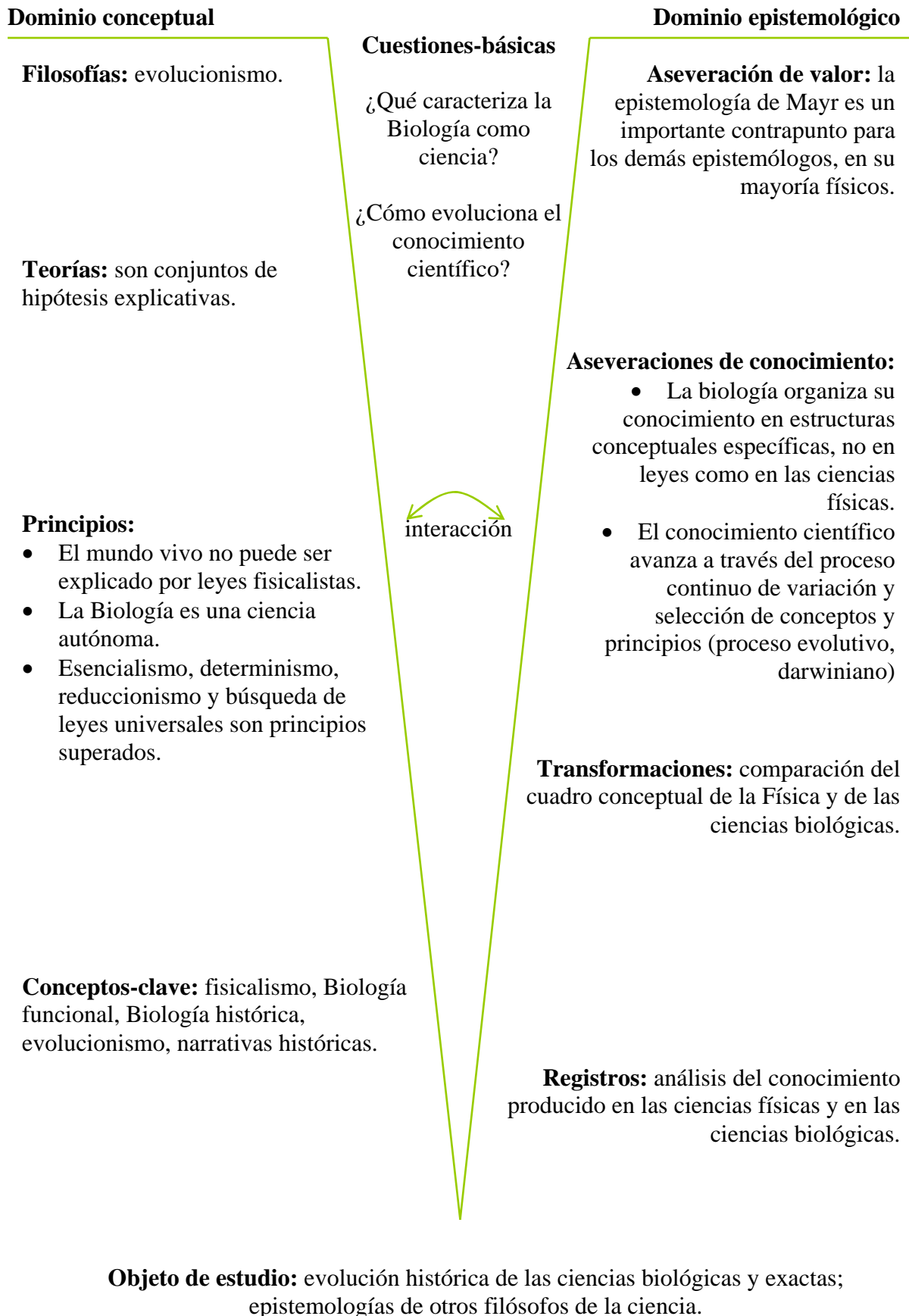


Figura 12. Un diagrama V para la epistemología de Ernst Mayr.

13. Conclusión

Como vimos, surgió un nuevo enfoque de la naturaleza de la ciencia a lo largo del siglo XX, a través de diferentes interpretaciones epistemológicas, basado en la idea de que la ciencia es una construcción del ser humano a través de la imaginación, de la creatividad, de la intuición. Un proceso cuidadoso, pero sujeto a rupturas y errores, como en cualquier otra actividad humana.

Entró en escena una filosofía ora revolucionaria, ora evolucionista, permeada por el cambio de conceptos y teorías, no más basada en principios fijos e inmutables. Nuevas ideas y nuevas teorías surgen continuamente y la comunidad científica marca, filtra, depura, perfecciona, modifica incesantemente, de forma que sobreviven las más aptas, que explican y modelan mejor la naturaleza.

Ninguna de esas visiones epistemológicas dispensa, sin embargo, la comparación de las secuencias teóricas con los datos observacionales. Es exactamente esa diferencia la que garantiza credibilidad a la ciencia moderna. Ese conjunto de ideas constituye lo que llamamos la *visión epistemológica contemporánea*.

Existen muchas divergencias y controversias entre los propios filósofos de la ciencia, de tal forma que no es posible hablar de una visión “correcta” de la naturaleza de la ciencia.

Pero esas divergencias no impiden que se pueda afirmar que hay, en grandes líneas, entre los exponentes de la interpretación epistemológica del siglo XX, un conjunto de características de razonable concordancia sobre la naturaleza de la ciencia.

Así, la *visión epistemológica contemporánea* representa lo que hay de razonable consenso entre los principales epistemólogos estudiados, formando una especie de base epistemológica con algunas características comunes:

- el conocimiento científico, aunque consistente, es de naturaleza conjetural, hipotética y tentativa (es una construcción humana sujeta a cambios);
- la imaginación y la creatividad son ingredientes indispensables para el avance del conocimiento científico, aliados a las técnicas de investigación científica;
- la concepción empirista-inductivista está superada (leyes y teorías no son descubiertas a través de la utilización rigurosa de algún método científico infalible);
- la teoría, bajo la forma de hipótesis, precede a la observación (observación, por si sola, no es fuente de conocimiento);
- no hay un método único y algorítmico para hacer ciencia (hay una diversidad metodológica);
- la ciencia no es socialmente neutra y descontextualizada, tiene en cuenta al individuo, sus ideas y necesidades, el lugar y la época en que vive;
- hay una permanente competición (o sustitución) de teorías y/o programas de investigación (sobreviven los más aptos, los que explican mejor, los que resuelven más problemas científicos);
- conjuntos de conceptos y de teorías evolucionan con el tiempo acompañando la propia evolución social y cultural (leyes y teorías no son fijas e inmutables);

- la construcción y la adquisición de conocimiento científico es un proceso problemático, no-lineal, no-acumulativo;
- diferentes campos de la ciencia requieren diferentes técnicas y metodologías de forma que el cuadro conceptual de la Física clásica no da cuenta de los campos de investigación de sistemas complejos;
- se reconoce el papel de la observación y experimentación en la investigación científica sin caer en el “reduccionismo experimental” (observación y experimentación tomadas como infalibles, capaces de refutar de forma inmediata una hipótesis teórica);

La ciencia, en esa visión, no está preocupada en “obtener hechos” o “descubrir verdades” sino en formular teorías y modelos cada vez más eficaces para explicar los fenómenos naturales y de la vida. Por tanto, la ciencia formula hipótesis, extrapolando los datos disponibles y proponiendo principios generales. Una de las características que diferencia ciencia de otras formas de conocimiento es que los resultados de la ciencia son reproducibles por otros científicos, utilizando las mismas técnicas, y sus objetos de estudio pertenecen al mundo natural.

La idea de construcción de la ciencia a través de la “racionalidad” aparece en casi todas las teorías epistemológicas aquí presentadas, aunque la racionalidad encuentre diferentes definiciones entre las diversas visiones presentadas.

Las teorías epistemológicas más recientes han adoptado una visión evolucionista, contraria a la idea de rupturas o revoluciones repentinas. Entra en escena una filosofía evolucionista, permeada por el cambio y selección de los conceptos generando cambios en las propias comunidades científicas que los comparten. O sea, nuevas ideas y nuevas teorías surgen continuamente y la comunidad científica permanentemente juzga, selecciona, modifica o abandona ideas y teorías. Sobreviven las más aptas, el ejemplo del mundo natural, siendo que esos cambios también modifican al científico, al ser humano.

Además de eso las teorías epistemológicas más recientes pasaron a destacar también los factores sociales, políticos, económicos, culturales e históricos como factores que realmente interfieren (o filtran) en el proceso de cambio conceptual y en el avance de la ciencia.

La epistemología del siglo XX, también se preocupó en desdiosar el hacer científico, que durante mucho tiempo disfrutó de esa condición descontextualizada. Creemos que tal visión es importante en la medida en que la actividad científica pasa a ser entendida como una actividad humana igual que cualquier otra, con dificultades y carencias, con apogeos y conquistas, realizada por hombres y mujeres dotados de preconceptos y necesidades, sueños y emociones, como cualquiera de las otras profesiones.

Glosario

ABDUCCIÓN: consiste en usar datos particulares para llegar a conclusiones más amplias. Sería un “silogismo” cuya premisa mayor es cierta y la menor es probable. Una definición menos formal entiende que es legítimo hablar de algo sin saber lo suficiente para hacerlo. Según Charles Sanders Peirce (filósofo americano, 1839-1914), existen tres modos de producir conocimiento: la deducción, la inducción y la abducción. La deducción va de lo universal a lo particular, y la inducción de lo particular a lo universal. Pero la abducción va de lo singular a lo singular.

ABSOLUTO: propiedad de lo que es totalmente incondicionado, no dependiendo de otra entidad para existir o ser lo que es; que tiene existencia en sí y por sí mismo.

ABSTRACCIÓN: derivación de lo universal a partir de lo particular, considerar algún rasgo de alguna cosa independiente de otros rasgos de esa cosa; formulación de un concepto sobre alguna cosa a partir de su presencia en todos los representantes de un cierto conjunto que posee esa característica común.

CREACIONISMO: doctrina según la cual cada especie, animal o vegetal, habría sido creada independientemente, por acto divino.

DEDUCCIÓN: forma de inferencia tal que sería contradictoria la afirmación de sus premisas y la negación de sus conclusiones.

EMPIRISMO: postura según la cual todos los conceptos son derivados de la experiencia a la cual son aplicados y todo el conocimiento factual está basado, o deriva, de la experiencia. El conocimiento sobre el mundo sólo puede ser justificado por la experiencia sensible. El conocimiento humano deriva, sin excepción, directa o indirectamente, de la experiencia sensible, interna o externa, sin atribuir ninguna actividad propia.

EPISTEMOLOGIA: estudio de la naturaleza y validación del conocimiento humano. Clásicamente, este término fue tomado como sinónimo de teoría del conocimiento, pero actualmente tiende a estar empleado como estudio de los conocimientos científicos, de los conocimientos racionalmente justificados.

EVOLUCIONISMO: la teoría de la evolución, también llamada evolucionismo, afirma que las especies animales y vegetales existentes en la Tierra no son inmutables, sino que sufren a lo largo de las generaciones una modificación gradual, que incluye la formación de razas y especies nuevas. Tal teoría se transformó en fuente de *controversia*, no solamente en el campo científico, sino también en el área ideológica y religiosa. El mecanismo de formación de una especie sería, en líneas generales, el siguiente: algunos individuos de una especie ancestral pasaban a vivir en un ambiente diferente, el nuevo ambiente creaba necesidades que antes no existían, a las cuales el organismo satisfacía desarrollando nuevas características hereditarias; los portadores de esas características pasaban a formar una nueva especie, diferente de la primera.

IDEALISMO: doctrina filosófica que enfatiza la primacía del espíritu, o conciencia, en la visión del mundo. Las ideas, no la materia o las sensaciones, constituyen la realidad. El conocimiento de la realidad depende, entonces, de los datos de la conciencia. Los idealistas

argumentan que las relaciones abstractas entre entidades son más reales que los objetos apprehendidos por los sentidos; la existencia está principalmente en el dominio de las ideas.

INDUCCIÓN: inferencia que parte de casos individuales o concretos para llegar a conclusiones generales.

MATERIALISMO: doctrina filosófica que entiende que todas las realidades y acontecimientos son materiales en el sentido físico, y son explicables a partir del estudio científico del material.

POSITIVISMO: doctrina filosófica que encarna la concepción empirista y materialista de la racionalidad; defiende que los datos que se obtienen por medio de los sentidos son la fuente fundamental, y prácticamente exclusiva del conocimiento; excluye especulaciones apriorísticas o metafísicas. Según tal doctrina, el pensamiento humano pasaría inevitablemente por un primer estadio religioso, un segundo metafísico y un tercero científico, cuyos logros son enaltecidos.

POSITIVISMO LÓGICO: es una actitud filosófica antimetafísica. No niega la existencia de fenómenos paranormales (metafísicos), sino que afirma que es una pérdida de tiempo intentar entender y hablar de esas cosas. Doctrina heredera del empirismo y, por tanto, de David Hume (1711-1776) que separaba rigurosamente juicios de *hechos* (“lo que es”) y juicios de *valor* (“lo que debe ser”).

PRAGMATISMO: en oposición al positivismo lógico, el pragmatismo no está de acuerdo con la separación entre hechos (“lo que es”) y el valor (“lo que debe ser”), entiende que valores y normas siempre permean toda nuestra experiencia. El pragmatismo constituye una escuela filosófica contemporánea, con orígenes en los Estados Unidos, que se caracteriza por el énfasis dado a las consecuencias, utilidad y sentido práctico como componentes vitales de la verdad. Defiende que las teorías y el conocimiento sólo se adquieren a través de la lucha de organismos inteligentes con su medio, o sea, la cualidad propia de la conciencia no es la de comprender la realidad, sino la de actuar sobre la realidad de modo eficaz. Sin embargo, no defiende, que es verdad únicamente aquello que es práctico o útil o que nos ayude a sobrevivir a corto plazo. Los pragmatistas argumentan que se debe considerar como verdadero aquello que más contribuye para el bienestar de la humanidad en general, tomando como referencia el plazo más largo posible. Una definición menos filosófica de pragmatismo entiende que es la perfecta sincronía entre lo que pensamos y lo que hacemos, entre lo que hablamos y lo que pensamos.

RACIONALISMO: corriente y posición filosófica caracterizadas por centrar la atención en el estudio de la razón. Metodología de investigación que considera la razón como la principal fuente y test del conocimiento. Contrariamente al empirismo, tiende a desconsiderar la experiencia sensorial y argumentar que la realidad tiene una estructura inherentemente racional y, por tanto, hay verdades, especialmente en la lógica y en la matemática, que la mente puede captar directamente.

REALISMO: concepción según la cual los objetos de la percepción sensorial o de la cognición existen independientemente de ser conocidos o de estar relacionados a la mente. Un enunciado es verdadero si corresponde o se refiere a un estado de cosas independiente de la mente. Hay una realidad objetiva independiente de la mente humana.

RELATIVISMO: posición epistemológica según la cual no existe ningún enunciado cuya verdad sea absoluta; lo que se considera verdadero es función del contexto o perspectiva. La verdad depende de las condiciones o circunstancias dentro de las cuales es enunciada.

Fuentes bibliográficas y electrónicas

Thiebaut, C. (1998). *Conceitos fundamentais de filosofia*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

Larousse (1998). *Diccionario de sociología*. Barcelona: Editorial Larousse S.A

Enciclopédia Britannica. *Micropaedia*. 15ª edición.

Centro de Estudos em Filosofia Americana, www.cefa.org.br.

A Wikipedia project: <http://pt.wikipedia.org.wik>

Piccolo Dizionario Filosofico. www.forma-mendis.net

Enciclopédias Projeto Renasce Brasil. www.renascebrasil.com.br