

## La enseñanza de la epistemología y estrategias de abordaje para el aula

Natalia Alarcón<sup>(\*)</sup>

### Resumen

*Se considera que el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia es uno de los componentes fundamentales de la alfabetización científica general. Esto lleva a la necesidad de introducir el estudio epistemológico en la formación para la educación de nivel superior. En este caso, nos centraremos en la comprensión de las diversas posiciones epistemológicas de la ciencia del siglo XX realizando, en primera instancia una caracterización de cuatro posiciones epistemológicas importantes del momento: el positivismo lógico o empirismo lógico, el racionalismo crítico, el pragmatismo y el realismo hipotético. Recuperando a algunos de sus principales representantes, marcando las diferencias respecto del proceso de la ciencia, de la verdad y el método de descubrimiento para cada una de ellas, buscando de este modo poder comprender y contrastar los diferentes postulados que presentan cada una de estas corrientes. Culminando con la presentación algunas propuestas de enseñanza de la epistemología que pueden ser útiles para la comprensión de la teoría respecto de las diversas corrientes trabajadas.*

**Palabras clave:** enseñanza; epistemología; estrategias; aula.

### The teaching of epistemology and strategies of approach to the classroom

#### Abstract

*It's considered that knowledge about the nature of science is one of the fundamental components of general scientific literacy. This leads to the need to introduce the epistemological study in education for higher education. In this case, we will focus on the understanding of the different epistemological positions of twentieth century. In the first instance a characterization of four important epistemological positions of the moment: logical positivism or logical empiricism, critical rationalism, pragmatism and realism hypothetical. Recovering some of its main representatives, marking the differences with respect to the process of science, truth and the method of discovery for each of them, seeking in this way to understand and contrast the different postulates that each of these currents present. Culminating with the presentation some teaching proposals of the epistemology that can be useful for the understanding of the theory regarding the different currents worked.*

**Keywords:** teaching; epistemology; strategies; classroom.

---

<sup>(\*)</sup> Instituto de Investigaciones Socio-históricas Regionales (ISHIR). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) / Universidad Nacional de Rosario (UNR). Rosario, Argentina. E-mail: natalia\_alarcon\_85@hotmail.com



## **La enseñanza de la epistemología y estrategias de abordaje para el aula**

Este trabajo tiene por objeto presentar una serie de estrategias y herramientas didácticas que posibiliten el abordaje de la epistemología de la ciencia, que reconoce distintas y disímiles corrientes, como una posibilidad de reflexionar en torno a los fundamentos de las distintas disciplinas, introduciendo en el alumnado una clara conciencia de los problemas epistemológicos del siglo XX.

La enseñanza de las ciencias requiere aprendizajes comprensivos, pero cuando el conocimiento científico aparece como un cuerpo acabado de conocimientos meramente conceptuales, disociados de las problemáticas que los originan y de los objetivos y criterios que orientan los procesos de su elaboración y validación esto no ocurre. La idea clave que ha orientado siempre una adecuada comprensión del saber científico por parte de estudiantes, es la naturaleza misma de su origen en la historia.

Existen varios tipos de conocimiento, entre ellos el conocimiento científico, pero esta forma particular de conocimiento supone una imagen, una teoría de la ciencia que trate de explicar la naturaleza, la diversidad, los orígenes, los objetivos y limitaciones del conocimiento científico. Es aquí donde aparece la Epistemología, que se presenta como aquella doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico que nos ayuda a ver que la ciencia no es lineal y está sujeta a cambios permanentes, donde los conocimientos sistematizados ayudan a la evolución del pensamiento científico.

La enseñanza de la Epistemología de la ciencia de una manera requiere de una selección explícita de aquellos autores y escuelas que se consideran más pertinentes para su enseñanza en el nivel superior, en este caso nos centraremos en la comprensión de las diversas posiciones epistemológicas de la ciencia del siglo XX realizando, en primera instancia una caracterización de cuatro posiciones epistemológicas importantes del momento: el positivismo lógico o empirismo lógico, el racionalismo crítico, el pragmatismo y el realismo hipotético. Se comenzará la exposición, realizando un breve punteo respecto de los aspectos más sobresalientes de la Filosofía moderna, la cual es el antecedente de estas corrientes y se destacarán las dos líneas de pensamiento que se derivan de ella: el racionalismo y el empirismo. Para luego pasar centrarnos en las cuatro posiciones epistemológicas, recuperando a algunos de sus principales representantes, marcando las diferencias respecto del proceso de la ciencia, de la verdad y el método de descubrimiento para cada una de ellas, buscando de este modo poder comprender y contrastar los diferentes postulados que presentan cada una de estas corrientes. Culminando con la presentación algunas propuestas de enseñanza de la epistemología que pueden ser útiles para la comprensión de la teoría respecto de las diversas corrientes trabajadas.

### ***Cuestiones epistemológicas del siglo XX***

Las escuelas epistemológicas del siglo XX tienen como antecedente a la filosofía moderna que comenzó en el siglo XV y se extendió hasta el siglo XVIII.

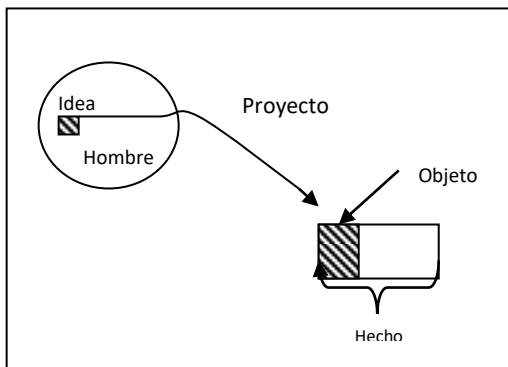
Los rasgos más importantes de la filosofía moderna son:

- Independencia del ejercicio de la razón y de la filosofía respecto de la fe y la teología;
- estudio del sujeto (tanto del sujeto moral como del sujeto que conoce), de sus estructuras y mecanismos;
- mayor preocupación por las cuestiones relativas al conocimiento (elementos, procesos y fundamentación del saber) que de cuestiones ontológicas (aunque de ningún modo éstas fueron olvidadas);
- fascinación por los resultados de las ciencias y de la calidad de su conocimiento, tanto de la matemática como de la nueva ciencia o física matemática.
- la primacía del sujeto pensante, fundamento de la realidad de las cosas y fuente exclusiva de toda certeza.

Dentro de la filosofía moderna se abren dos líneas: el racionalismo (alemán o francés) y el empirismo (Inglaterra). Para estas líneas de la filosofía moderna, el hombre es todo cuanto hay, es aquel que no necesita fundamentación, es el principio y fin de todo.

Aquí destacamos las principales características que presentan:

	<b>RACIONALISMO</b>	<b>EMPIRISMO</b>
<b>HOMBRE</b>	Sujeto de la racionalidad. Posee estructuras innatas e universales	No hay en el hombre estructuras innatas. Hombre individual, singular. Implica una ruptura de lo innato y de la lógica interna.
<b>FUENTE DE CONOCIMIENTO</b>	Razón	Sentidos

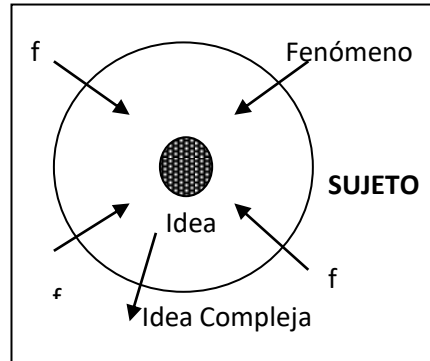


En el caso del racionalismo, la forma de acceder al conocimiento es por medio de la razón. El hombre posee ideas innatas y cuando pensamos, proyectamos esas ideas para la comprensión de un hecho, los cuales tienen múltiples fases pero sólo podemos capturar una de ellas.

Para la corriente empirista la forma de conocer, comienza a partir de la captura de los fenómenos a través de los sentidos, que luego el sujeto in mente construye la idea, ya que las cosas no existen, estas son sólo a partir de la construcción de ideas en la mente.

**Positivismo lógico**

Una de las corrientes filosóficas que surgen durante el siglo XX procedentes del empirismo, es el positivismo lógico o empirismo lógico, es una perspectiva filosófica que se consolidó en Viena en los años veinte y tuvo como eje principal a un grupo de filósofos que conformaron lo que se llamó el Círculo de Viena<sup>1</sup>, la cual buscó retomar los preceptos del positivismo introducido por Auguste Comte en el siglo XIX e intentó formalizarlo, poniendo su eje de atención a la forma lógica de la relación entre conocimiento científico y los hechos.



Esta corriente se opone a lo abstracto, para ellos es positivo todo lo que resulta *observable*, no es el fenómeno lo que les interesa sino el hecho y ese es su objeto, con ello le dan la espalda a la metafísica, a los saberes religiosos y a la ciencia explicativa. Para esta perspectiva todo lo subjetivo debe ser descartado, buscan simplemente atenerse a los hechos, ya que estos son de una manera y lo único que interesa es la descripción no la explicación.

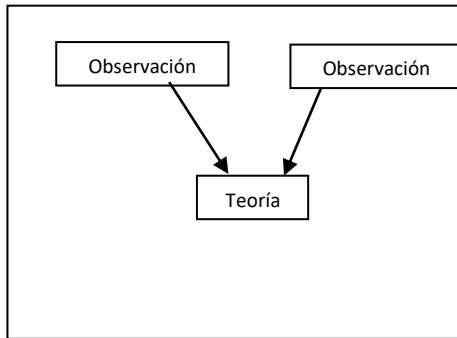
El proceso de la ciencia para el positivismo lógico se inicia con la observación, la cual proporciona una base segura sobre la que se puede construir el conocimiento científico, el cual se deriva, mediante la inducción de los enunciados observacionales.

En la inducción<sup>2</sup>, se parte de la constatación de hechos observacionales expresados en enunciados observacionales del tipo x es P o x tiene la propiedad P, y pasamos de estos

<sup>1</sup> Entre cuyos representantes se encontraban Moritz Schlick, Rudolf Carnap, Otto Neurath, Friedrich Waissman, Kurt Gödel, Carl Hempel, entre otros.

<sup>2</sup> “El tipo de razonamiento analizado, que nos lleva de una lista finita de enunciados singulares a la justificación de un enunciado universal, que nos lleva de la parte al todo, se denomina razonamiento inductivo y el proceso se denomina inducción. Podríamos resumir la postura inductivista ingenua diciendo que, según ella, la ciencia se basa en el principio de inducción, que podemos expresar así: “Si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de A y si todos los A observados poseen, sin

“La enseñanza de la epistemología y estrategias de abordaje para el aula ...”



enunciados individuales a un enunciado universal de la forma todos los x son P o para todo x si x tiene la propiedad P entonces también tendrá la propiedad Q.

Por ejemplo la siguiente expresión:

“*Todos los cuervos son negros*” se expresaría  $\forall x(Px \rightarrow Qx)$

Es decir, para todo objeto x, si x tiene la propiedad P (P= ser cuervo), entonces tendrá la propiedad Q (Q= ser negro).

En los procesos inductivos se parte de la observación de un número determinado y limitado de enunciados

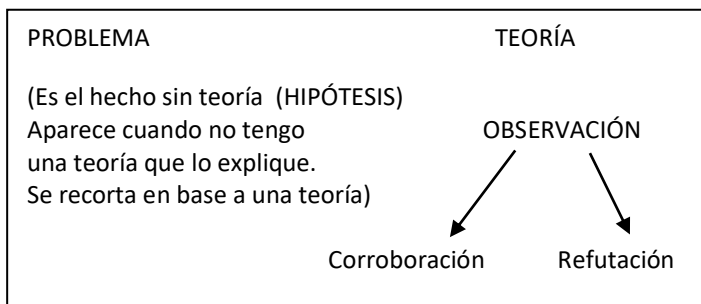
observacionales y se pasa a postular un enunciado universal donde se predica una propiedad de un número ilimitado de objetos, sin que sea necesario que tengamos un enunciado observacional de cada uno de ellos, es decir, sin que hayamos visto todos los cuervos que existen afirmamos mediante un enunciado universal que todos los cuervos son negros. A partir de estos enunciados universales (leyes y teorías) podemos hacer nuevas predicciones del tipo: “*si ese objeto es un cuervo, entonces será negro*”

Lo que se aspira es a la generalización a la regularidad y en este sentido, para los positivistas lógicos la ciencia progresa por la simple acumulación de datos observacionales.

Según el principio verificacionista, que fue sostenido por esta corriente en sus comienzos, únicamente es comprensible y posee sentido aquello que es verificable, aquello que puede corroborarse por medio de la experiencia. Es decir, según este criterio una oración tal como; “*Dios existe*”, no sería una proposición, ya que sería imposible contrastarla, ponerla a prueba o verificarla.

**Racionalismo crítico**

Se ubica como línea epistemológica en la primera mitad del siglo XIX, este enfoque propone la teoría del salto creativo, la ciencia se inicia con conceptos no derivados de la experiencia del mundo, sino que es el investigador valiéndose de su intuición quien plantea sus ideas en forma de hipótesis, las cuales surgen de la creatividad del sujeto científico. El científico, además de generar conjeturas sobre la realidad, las pone a prueba confrontándolas con las observaciones y/o experimentos. De acuerdo a esta corriente el conocimiento científico se inicia a través de la captura mental de una serie de principios generales a partir de las cuales se deducen sus instancias particulares.



Dentro de esta corriente de pensamiento se destacaron Karl Popper e Imre Lakatos.

Para el racionalismo crítico la ciencia comienza con la teoría y luego va a la observación.

La observación es guiada por la teoría y la presupone. Las teorías se constituyen como conjeturas o suposiciones especulativas y provisionales que el intelecto

humano crea libremente en el intento de otorgar soluciones a los problemas con los que tropezaron teorías anteriores.

excepción, la propiedad B, entonces todos los A tienen la propiedad B”. CHALMERS, Alan; **¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos**, Siglo XXI Editores, Buenos Aires, 1988.

Una vez propuestas las teorías deben ser comprobadas mediante la observación y la experimentación.

Para Karl Popper el conocimiento científico consiste no en un conocimiento que intenta ser verificado, si no que tiene que intentar ser refutado (el científico tiene que intentar refutar la teoría). La verdadera actitud científica es la actitud crítica, debido a que ésta no apunta a la verificación (no busca pruebas para demostrar su veracidad), sino que busca realizar revisiones críticas que puedan rebatir la teoría.

Popper critica el criterio de verificación y propone el criterio de falsabilidad, según esto las teorías científicas no pueden ser verificadas completamente por la experiencia, en cambio sí pueden ser falseadas por ésta, para lo cual basta con observar un ejemplo contrario a la teoría. Si no es posible refutarla, dicha teoría queda corroborada, pudiendo ser aceptada provisionalmente, pero nunca verificada.

El problema de la inducción nace del hecho de que nunca podremos afirmar algo universal a partir de los datos particulares que nos ofrece la experiencia. Por muchos millones de cuervos negros que veamos nunca podremos afirmar que "*todos los cuervos son negros*". En cambio, si encontramos un solo cuervo que no sea negro, si podremos afirmar "*No todos los cuervos son negros*".

Cuando se produce una verificación realizamos este tipo de pensamiento, FALACIA DE AFIRMACIÓN DEL CONSECUENTE:

TEORIA:  $p > q$  "Si p es verdadera, entonces q es verdadera" ("Si es Hombre es mortal")

OBSERVACIÓN: q "q es verdadera" ("Es mortal")

VERIFICACIÓN: p "puede ser verdadera o falsa" ("entonces es hombre" – Esto NO ES NECESARIAMENTE VERDADERO)

Si le ha de dar el status de teoría o ley científica y ha de formar parte de la ciencia, una hipótesis debe ser falsable.

Esto significa que deben ser susceptibles de ser falseadas. Para cumplir con esta condición, las hipótesis deben ser lo más generales posible y lo más claras y precisas posible. Una hipótesis no falseable sería "*Mañana tal vez llueva*", ya que en ningún caso se puede falsear.

Una hipótesis falseable sería "*el planeta Mercurio gira en una órbita*". Una hipótesis más general y por lo tanto más falseable sería, "*todos los planetas giran en una órbita*". Y una hipótesis más precisa y por lo tanto también más falseable sería "*todos los planetas giran en una órbita elíptica*".

Los falsacionistas siempre prefieren las hipótesis o teorías que sean más falseables, es decir más susceptibles de ser demostrada su falsedad, mientras que no hayan sido ya falseadas. Entonces, la ciencia progresa por medio del ensayo y error, de conjeturas o refutaciones, siendo la demostración de la falsedad de una hipótesis una deducción lógicamente válida, en atención de que parte de un enunciado general y se confronta con uno o varios hechos particulares.

Para Popper el criterio de científicidad está dado porque resulta refutable. Si es refutable quiere decir que habla de los hechos. Ciencia es la que describe los hechos, esto es refutable.

### ***Pragmatismo***

El pragmatismo se desarrolla a partir de los años `60. Esta corriente vendrá a cuestionar alguna de las ideas postuladas por Popper a partir la publicación del libro de Kuhn las "*Estructuras de las Revoluciones científicas*" de 1962. En este sentido, la polémica Popper-Kuhn sobre la Filosofía de la Ciencia en general, y sobre el carácter del progreso científico en particular, es clave en el debate del pensamiento actual.

El pragmatismo incorpora la historia en sus reflexiones, al contrario de lo que pensaba el positivismo, para ellos la historia no hace a la ciencia, la ciencia hace a la historia. Para los pragmatistas la teoría científica es una totalidad estructurada (compleja), sólo interpretable a partir del estudio de la historia de la ciencia. En dichas totalidades y sólo en ellas los enunciados científicos adquieren significado.

Se puede considerar que Kuhn concibe el desarrollo de la ciencia a partir de este esquema:

**Preciencia-ciencia normal-anomalías-crisis-revolución científica-nueva ciencia normal.**

“La enseñanza de la epistemología y estrategias de abordaje para el aula ...”

La **etapa precientífica** se caracteriza por el desacuerdo y el continuo debate sobre los pilares fundamentales que constituyen un determinado campo científico.

Según Kuhn, hay períodos de **CIENCIA NORMAL**, es aquel en que la ciencia se rige por un **PARADIGMA** el cual abarca:

- Leyes y supuestos teóricos (ej. Las leyes de Newton formaban parte del paradigma newtoniano)
- Las maneras de aplicar las leyes a diversas situaciones.
- El instrumental y las técnicas instrumentales.
- Cosmovisión, por ejemplo atomista, mecanicista, aristotélica, etc.
- El paradigma no es una teoría, no es una ciencia, simplemente regula la ciencia en un determinado momento.
- Ejemplos de paradigmas:

La revolución ptolemaica de las posiciones planetarias.

La mecánica de Newton.

La teoría de la relatividad de Einstein.

La ciencia funciona no por refutación de las teorías sino por la aparición de ciertos **PROBLEMAS-ANOMALÍAS** al paradigma. Lo que produce una **CRISIS**

Los momentos de dicha crisis son:

1. Debacle del paradigma anterior. Aparición de multiplicidad de alternativas (otros paradigmas).

Sin jerarquización.

2. **REVOLUCIÓN CIENTÍFICA** – ocasiona la reestructuración de los modos de pensamiento de una o más disciplinas. Tanto las presuposiciones de una ciencia como los conceptos usados en ella se transforman modificando la cosmovisión del científico. Nuevo paradigma.

Inicia un nuevo período de **CIENCIA NORMAL**.

Para Kuhn, la ciencia avanza basándose en crisis y rupturas, que implican cambios radicales en la concepción del mundo, es decir, Revoluciones científicas.

### ***Realismo hipotético***

El realismo hipotético tiene como objetivo mejores acercamientos a la realidad mediante los métodos de la ciencia. Desde esta perspectiva hipotética todo conocimiento es contingente y preliminar y la “verdad” consiste meramente en la hipótesis mejor apoyada. La perspectiva realista también asume que el mundo más allá de la experiencia es coherente, estructurado, y cuasi- continuo, parcialmente cognoscible y que se puede comprender a través de la percepción y la experiencia.

Uno de sus principales representantes Konrad Lorenz<sup>3</sup>, deriva de la tradición científico-cultural de Viena y ha sido el precursor de toda un área de estudio ligada al comportamiento animal, con enormes implicancias para el género humano. No dudaba de la existencia de un mundo externo, puesto que podemos conocerlo con nuestro aparato perceptor. Nosotros mismos somos la prueba de que existe un mundo externo independiente, ya que somos el resultado de nuestro propio medio.

Lorenz consideraba al conocimiento como una actividad:

“(...) la vida es un proceso de búsqueda de conocimientos.

---

<sup>3</sup> Nació en Viena en el año de 1903 y murió en Altenburg, Austria, en el año de 1989. Fue un zoólogo y etólogo austriaco. Cuando terminó sus estudios en la escuela secundaria, y siguiendo los deseos de su padre, se trasladó a Estados Unidos para seguir dos cursos semestrales de medicina en la Universidad de Columbia (Nueva York), tras lo cual regresó a Viena para completar sus estudios. En 1928 se graduó en medicina y en 1933, en zoología. En 1939 fundó con N. Tinbergen la escuela etológica del comportamiento animal, que mantuvo fuertes discrepancias con la escuela estadounidense de psicólogos experimentales. Los estadounidenses estudiaban los animales en el laboratorio y los europeos preferían observarlos en su hábitat natural. En 1935, al estudiar las pautas de aprendizaje de los polluelos de ganso y de pato, descubrió una etapa crítica en la que aprenden a reconocer y a seguir a los padres, incluso si éstos son adoptivos, siempre que en ellos estuviesen presentes los estímulos auditivos o visuales, la impronta, que provoca la reacción de los jóvenes. De 1940 a 1942 ejerció como profesor y jefe de departamento en la Universidad de Königsberg. Prisionero de guerra del ejército soviético, fue devuelto a Austria en 1948. Pasó entonces a dirigir el Instituto de Etología Comparada de Altenberg. De 1961 a 1973 dirigió el Instituto Max Planck de Fisiología en Seewiesen. En 1973 compartió el Premio Nobel de Medicina con K. von Frisch y N. Tinbergen.

(...) La vida ha sido establecida de tal modo a través de la selección –así podemos afirmarlo, sin apartarnos de Darwin- que alimenta, por utilizar un vocablo del lenguaje cibernético, el sistema vital con datos relativos a su entorno si dentro de un organismo surge una imagen cada vez más completa del entorno, ello se debe precisamente a un andar ensayando siempre de manera activa. Este ensayo constante en todas direcciones constituye una actividad vital, no una espera pasiva. La vida emprende una tarea, afronta un riesgo. Nada importa que ese riesgo parezca una equivocación. La vida se arriesga, experimenta.”<sup>4</sup>

Otro elemento fundamental en la obra de Lorenz es el concepto de fulguración. Él lo define como un “brusco cambio inesperado” o como un rayo que cambia todas las reglas del sistema.

“La fulguración, la aparición de una cosa totalmente nueva, de algo que hasta un momento determinado no había existido, es una condición sine qua non que determina el ritmo de la evolución. Esta condición debe por fuerza darse, pues de lo contrario el ritmo sería excesivamente lento; y lo mismo cabe decir de la retroalimentación generada por el resultado positivo.”<sup>5</sup>

“(…) es para mí el ejemplo perfecto de la fulguración que dos sistemas, que hasta un determinado momento se habían desarrollado independientemente uno de otro, de repente chocan y constituyen un solo sistema dotado de propiedades completamente nuevas.”<sup>6</sup>

### ***Sugerencias para trabajar en el aula***

El propósito de apartado es presentar algunas propuestas de enseñanza de la epistemología que pueden ser útiles para la comprensión de la teoría respecto de las diversas corrientes epistemológicas.

#### **El diálogo entre un farmacéutico tradicional y un iatroquímico**

En este sentido, para poder trabajar las diferentes visiones del mundo y de la ciencia que pueden coexistir recurrimos al ejercicio propuesto por Izquierdo<sup>7</sup>, que remite a la confrontación entre dos científicos imaginarios, escrita bajo la forma de diálogo característico de la filosofía clásica, como un modo de abordar dos paradigmas de la farmacia en los inicios de la química científica: la herboristería y la iatroquímica.<sup>8</sup>

Este diálogo simula la discusión entre Teofrasto, un alquimista protestante de Montpellier, que pretende aplicar los principios de la naciente química a la curación de los enfermos y la de Ludovicus, médico católico parisino, basada en la tradición griega clásica. El diálogo se encuentra ambientado en Francia a comienzos del siglo XVII, con lo cual se recomienda que el docente previamente a la presentación de este contextualice históricamente la escena.

#### ***El diálogo***

**Ludovicus:** *El farmacéutico ha de ser respetuoso con la mixión natural de cada cuerpo, porque la virtud curativa del medicamento depende de ella. Al preparar los medicamentos ha de procurar respetarla.*

**Teofrasto:** *Pero, como la química se interesa por conocer mejor los mixtos mediante su solubilización y coagulación, también ayuda a preparar los medicamentos, para que sean más agradables al gusto y más saludables para el cuerpo que los que preparan los farmacéuticos vulgares... aunque para ello sea necesario modificar la mixión de los cuerpos. No veo que haya ninguna razón de peso en contra.*

**Ludovicus:** *Creo que hasta el momento presente hemos preparado muy buenos medicamentos, ¿no crees? No necesitamos para nada la química, como tú la llamas. Recuerda que hace poco*

<sup>4</sup> POPPER, Karl y LORENZ, Konrad, **El porvenir está abierto**, Tusquets, Barcelona, 2000, trad. Teófilo de Lozoya, pp. 23.

<sup>5</sup> POPPER, Karl y LORENZ, Konrad, **El porvenir está abierto**...pp. 18.

<sup>6</sup> POPPER, Karl y LORENZ, Konrad, **El porvenir está abierto**...pp. 34-35.

<sup>7</sup> IZQUIERDO, Mercé, “Fundamentos epistemológicos”. En: PERALES, F.J. y CAÑAL, P. (comps.). **Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**, Marfil, Alcoy, 2000.

<sup>8</sup> La iatroquímica o yatroquímica es una rama histórica de la ciencia que enlazaba la química y la medicina. Teniendo sus bases en la alquimia, la iatroquímica buscaba encontrar explicaciones químicas a los procesos patológicos y fisiológicos del cuerpo humano, y proporcionar tratamientos con sustancias químicas.

*se la llamaba alquimia, y que era algo bastante turbio y que se ha excluido de la Universidad... Y, la verdad, me parece ofensivo que nos llames “farmacéuticos vulgares”.*

**Teofrasto:** *Perdona, no seas tan susceptible. Tienes razón, preparáis bien los medicamentos... ¡pero sólo los tradicionales, los que se han preparado desde siempre! ¿No podríamos hacerlo aún mejor, si todos utilizásemos bien el arte de Paracelsus, es decir, la química?*

**Ludovicus:** *Lo dudo mucho. Paracelsus mataba con ácidos los metales, como por ejemplo el mercurio y el plomo, y pretendía curar con el producto resultante. ¿Cómo se va a curar un organismo vivo con una materia tan muerta?*

**Teofrasto:** *Pero piensa en los enfermos. Vuestros medicamentos son tan desagradables que muchos enfermos se encuentran peor sólo de verlos, y no por ninguna virtud oculta o tópico: magnética que posean, sino al imaginar su sabor y su olor... de manera que se ven obligados a vaciarse por arriba y por abajo sin ninguna otra ceremonia...*

**Ludovicus:** *Bien, sabes de sobra que no hay para tanto. También algunos de vuestros medicamentos son bastante desagradables... Y reconoce que son venenosos, porque se extraen de cosas minerales y metálicas. En cambio, los medicamentos preparados a la manera antigua, aunque huelen mal, son sanos y sin peligro.*

**Teofrasto:** *Pero, ¿por qué los médicos modernos no han de poder utilizar materiales bien cocidos, si así se les elimina la malignidad? ¿Sólo porque los antiguos no lo hacían?*

**Ludovicus:** *Pues ésta me parece una buena razón. Estamos utilizando una experiencia de muchos siglos, desde los clásicos, los cuales, como sabes, llegaron a la cumbre de las ciencias.*

**Teofrasto:** *Pero esta experiencia que dices la sacáis de los libros y nosotros utilizamos una de otro tipo, que nos llega directamente del laboratorio y de las analogías que, con la ayuda de Dios, descubrimos entre las cosas de la naturaleza.*

**Ludovicus:** *¿Qué pretensiones, creer que podéis encontrar más verdad en el laboratorio y en libros sospechosos como los de Miriam la judía que la que hay en los libros de los sabios! Continúo sin ver qué tiene que ver la “química”, como llamas a estas prácticas alquímicas, con la medicina.*

**Teofrasto:** *Tanto los seres vivos como la química tienen la misma dinámica...*

**Ludovicus:** *¡Son la naturaleza y el cuerpo humano, los que tienen una misma dinámica! Por esto los medicamentos han de ser naturales y sin desvirtuar, y así los preparamos.*

**Teofrasto:** *¡Qué Dios nos libre de darlos crudos como hacéis vosotros! Al contrario, mediante las operaciones de la química separamos lo saludable del veneno, el tétano de la corteza...*

**Ludovicus:** *¿Qué sabéis de lo que le estáis haciendo al metal al cocerlo? Le separáis lo que es nocivo o, en cambio, ¿lo envenenáis aún más? Reconoce que sabéis bien pocas cosas de los cambios de mixión que provocáis...*

**Teofrasto:** *Bien, sabemos más de lo que crees, y continuamos estudiando. Además, los medicamentos han de ser recetados por un médico experto y clarividente, que calcule la cantidad justa...*

**Ludovicus:** *Claro, como que hacéis experimentos con los enfermos... Lo único que conseguís es que vuestros enfermos estén más contentos, porque los medicamentos que les dais son más fáciles de tragar... pero vuestros medicamentos son inútiles y venenosos, porque se han extraído de cuerpos mixtos destruidos y corrompidos, privados de su humedad radical. Y esto lo sabéis tan bien como nosotros.*

**Teofrasto:** *Pero escúchame bien: si los minerales son venenosos es debido a su forma, y ésta se pierde al destruirlo. Y si alguien prefiere decir que la malignidad es debida a alguno de sus principios (cosa más que creíble), aún mejor, porque así podremos separarlo de los otros. Además, vosotros también hacéis infusiones y decocciones mediante el fuego.*

**Ludovicus:** *En esto imitamos a la naturaleza, la cual transforma los alimentos antes de repartirlos por el cuerpo...*

**Teofrasto:** *¿Ves como no estamos tan alejados unos de otros? Lo que os pasa es que tenéis miedo y sólo os falta aceptar que las operaciones de la química son útiles para que podáis pasar de las tinieblas de la ignorancia a la luz del saber.*

**Ludovicus:** *No quiero escucharte ni un momento más. ¡Pasar de la ignorancia al saber! ¿Qué os pensáis que sois? Sólo sois unos pedantes y vuestra nueva ciencia aún ha de demostrar lo que puede conseguir. De momento, no sois más que un peligro público.*



Extraído de: IZQUIERDO, Merce, Fundamentos epistemológicos, en Perales, F.J. y Cañal, P. (comps.). **Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**, Marfil, Alcoy, 2000.

### Un filme para el estudio de la epistemología<sup>9</sup>

Esta segunda actividad didáctica trabaja sobre el film francés *Les palmes de M. Schutz* (título en español *Los méritos de Madame Curie*, 1997).

A partir de la utilización de este filme que relata la vida de Pierre y Marie Curie, durante el periodo de sus trabajos en la Escuela Superior de Física y de Química Industriales de París, durante los cuales descubrieron el polonio y el radio. Lo que interesa sobre todo es hacer énfasis sobre el momento del descubrimiento científico y el cambio que él produce. Asimismo, otro de los elementos a resaltar es el papel de las mujeres en la ciencia.

Previamente a la visualización del filme, se recomienda contextualizar históricamente la figura de Marie Curie. Se recomienda la lectura de “Marie Curie” por Edgar Serna.<sup>10</sup>

Luego de la reproducción de la película, se plantearán una serie de preguntas que permitirán orientar la discusión:

1. ¿Qué elementos *epistémicos* (esto es, relacionados con el propio conocimiento científico) y *no-epistémicos* permiten a los Curie explicar el fenómeno de la radiactividad y descubrir el radio? Menciona aquellos que a tu juicio aparecen sugeridos en el film.
2. ¿Cuándo descubren los Curie el radio? Identifica el momento en el film y justifica tu elección. ¿Se puede comparar este episodio con el descubrimiento del oxígeno?
3. ¿Cómo se caracteriza a Madame Curie en el film? Compara con la caracterización que hace Ève Curie<sup>11</sup> en la biografía de su madre.

### Consideraciones finales

Consideramos que el conocimiento de estas líneas epistemológicas, anteriormente expuestas, se constituye como un contenido relevante para la formación de los futuros científicos y profesores. No sólo para pensar en perspectiva sus futuros trabajos finales de la carrera, ya que cuando se realiza un trabajo de investigación, se desarrolla un proceso de conocimiento científico y éste va a estar influenciado por la formación académica que tenga el individuo que lo realiza, dicha formación estará sustentada sobre unos principios epistemológicos y paradigmáticos que orientarán el desarrollo metodológico de dicho trabajo. Si no también, que la epistemología de la ciencia puede contribuir a una mejor comprensión de los propios contenidos de éstas, funcionando como auxiliar en su enseñanza y en su aprendizaje e incluso en la comprensión y utilización en el aula de modelos didácticos actuales.

### Bibliografía

- ADUNIZ BRAVO, Agustín, **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**, Tesis Doctoral, Universitat autònoma de Barcelona, Octubre de 2001.
- CHALMERS, Alan, **¿Qué es esa cosa llamada ciencia?**, Siglo XXI, Buenos Aires, 1988.
- CURIE, Eve, **Madame Curie**, Gallimard, Paris, 1938.
- FLICHMAN, Eduardo y PACÍFICO, Andrea, **Pensamiento científico. La polémica epistemológica actual**, Prociencia, Conicet, Buenos Aires, 1995.
- IZQUIERDO, Mercé, “Fundamentos epistemológicos”. En: PERALES, F.J. y CAÑAL, P. (comps.). **Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**, Marfil, Alcoy, 2000.
- KLÍMOVSKY, Gregorio, **Las desventuras del conocimiento científico**, A-Z editora, San Pablo, 1994.
- POPPER, Karl y LORENZ, Konrad, **El porvenir está abierto**, Tusquets, Barcelona, 2000, trad. Teófilo de Lozoya.
- SERNA, Edgar, “Marie Curie”; **Lámpsakos**, No. 5, Ene-Jun. 2011, pp. 70-75. Disponible en: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/822>

<sup>9</sup> Actividad extraída de: ADUNIZ BRAVO, Agustín, **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**, Tesis Doctoral, Universitat autònoma de Barcelona, Octubre de 2001.

<sup>10</sup> SERNA, Edgar, “Marie Curie”, **Lámpsakos**, No. 5, Ene-Jun. 2011, pp. 70-75. Disponible en: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/822>

<sup>11</sup> CURIE, Eve, **Madame Curie**, Gallimard, Paris, 1938.

“La enseñanza de la epistemología y estrategias de abordaje para el aula ...”

Recepción: 01/02/2018  
Evaluado: 03/04/2018  
Versión Final: 07/05/2018