

Implicancias psicoanalíticas en la física cuántica: modificaciones en el estatuto de sujeto de la ciencia

Psychoanalytic implications on quantum physics: modifications on the statute of the subject of science

Por Leonardo Petraglia

RESUMEN

El presente trabajo se inicia con una introducción sobre un posible entrecruzamiento entre el psicoanálisis y la ciencia, particularmente con la física cuántica, considerando al concepto de sujeto de la ciencia como el articulador central entre ambos campos. Se desarrollan algunas diferencias nodales en la idea de determinismo en la física clásica y en la física moderna, conectando esta cuestión con el surgimiento de la teoría cuántica. Se destaca que el “Principio de incertidumbre o indeterminación”, realiza un quiebre epistémico fundamental en la concepción de sujeto en la ciencia contemporánea, señalándose el modo como el sujeto y el objeto quedan implicados en la observación a escala atómica. Se resaltan algunas diferencias decisivas entre el sujeto de la física clásica y el nuevo estatuto de sujeto que surge a partir de la física cuántica. Finalmente, se mencionan algunas consideraciones que relacionan al sujeto de la ciencia moderna y al sujeto del inconsciente.

SUMMARY

The present work starts with an introduction about a possible intersection between the psychoanalysis and science, particularly with quantum physics, considering the subject of science as the main articulator between both fields. Some main differences will be developed in the idea of determinism in the classic and modern physics, connecting this question with the dawn of the quantum physics. We point that the “Principle of uncertainty”, makes a fundamental epistemic rupture in the conception of subject on the contemporary science, indicating the way in which the subject and the object remain implicated in the observation at atomic scale. We remark some decisive differences between the subject of classical physics and the new statute of subject that appears with the quantum physics. Finally, some conclusions will be mentioned to relate the subject of modern science with the subject of unconscious.

Palabras clave: Física clásica - Física moderna - Teoría cuántica - Principio de incertidumbre - Sujeto de la ciencia - Sujeto del inconsciente

Key words: Classic physics - Modern physics - Quantum theory - Principle of uncertainty - Subject of science - Subject of unconscious

INTRODUCCIÓN

Nos proponemos indagar sobre dos campos disciplinarios poco explorados: el psicoanálisis y la física contemporánea. Relacionar el psicoanálisis y las denominadas “ciencias duras”, plantea una articulación compleja y problemática, dado que el psicoanálisis es una disciplina que parte de un objeto que no es representable ni tiene una existencia positiva, y en el que la noción de sujeto adquiere una importancia esencial. Lacan menciona un concepto que sería clave para intentar articular el psicoanálisis y la ciencia, dado que permitiría pensar ambos campos desde un terreno de potencial intersección: el *sujeto de la ciencia*.

Sabemos que ha resultado muy fructífera la investigación realizada por Gabriel Lombardi en el campo de la lógica matemática, desde la perspectiva del psicoanálisis lacaniano, para estudiar la existencia de efectos de sujeto ineliminables y la necesidad de esta ciencia rigurosa de excluir tales efectos. Se ha logrado detectar la presencia divisoria del efecto de sujeto en el lugar donde menos se lo esperaba encontrar: en ciertas fronteras del lenguaje matemático¹.

De igual manera, sería interesante reflexionar, a la manera de una primera indagación introductoria y preliminar, sobre otra disciplina científica rigurosa: la física del siglo XX, particularmente la *física cuántica*, con el objetivo de ubicar un quiebre epistémico fundamental y de localizar el *efecto de sujeto del lenguaje* en ciertos bordes y fronteras del universo microscópico. Intentaremos situar aquello que la ciencia, por una necesidad intrínseca al discurso científico, no puede sino rechazar.

Estos dos discursos tan diferentes en su contenido pueden, no obstante, mantener cierta interlocución que resultaría fecunda. La Teoría cuántica postula que no es posible realizar una observación objetiva que no implique al observador, debido a que en el nivel cuántico no hay una *realidad dada*, sino que la *realidad microfísica* de las partículas subatómicas se construye y se recorta desde ciertos métodos, técnicas e instrumentos.

Recordemos que la física cuántica y el psicoanálisis son dos disciplinas que cambiaron la visión del mundo y del hombre a principios del siglo XX. En efecto, justo en 1900 Planck postula la *hipótesis cuántica*, primer paso decisivo en la constitución de la física atómica y, en el mismo año, Freud publica la *Interpretación de los sueños*, texto que se puede considerar la carta fuerte de presentación del psicoanálisis, primer y exhaustivo estudio sobre las ambigüedades del lenguaje onírico y la psiquis inconsciente. Y tanto Freud como los descubridores de la teoría cuántica coinciden en señalar, si bien con términos diferentes, que la materia física del mundo que habitamos está representada a través de un componente menos material, por un elemento de índole semántico-simbólica: el *lenguaje*.

Asimismo, destaquemos que dentro de lo que Freud denomina “El múltiple interés del psicoanálisis”, son frecuentes los trabajos que establecen diferentes relaciones referidas a los bordes y fronteras entre el psicoanálisis y numerosos campos de la cultura: las ciencias sociales, la filosofía, la literatura, el arte, la historia, la religión, etcétera. Pero son poco frecuentes los

textos que abordan posibles intersecciones entre el psicoanálisis y las ciencias físico-naturales.

En este aspecto señalemos que Lacan, en su permanente búsqueda de enriquecer y profundizar el psicoanálisis, repiensa y reelabora conceptos provenientes de todas las ramas del saber humano, incluidas las ciencias exactas y naturales, a las que menciona en innumerables referencias haciendo un uso psicoanalítico. En este sentido, cabe resaltar que a los científicos que originaron rupturas epistemológicas y surgimientos de nuevos paradigmas científicos, los cita, en su conjunto, más de un centenar de veces: Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, Darwin, Cantor, Gödel, Einstein, etcétera.

Y también resaltemos que el planteo de la cuestión del *sujeto*, tema central en el pensamiento psicoanalítico, interesa no solamente a las ciencias sociales y a la filosofía sino también a las ciencias exactas y naturales, pudiendo hacerse aportes específicos que involucren los fundamentos mismos de la investigación científica.

Ahora bien, teniendo en cuenta que vamos a realizar un trabajo que tematiza el concepto de “sujeto de la ciencia”, es imprescindible delimitar el abordaje específico que haremos de esta categoría conceptual. No vamos a desarrollar el proceso histórico ni filosófico mediante el cual surge el *cogito*, ni tampoco vamos a analizar el *cogito* en su aspecto filosófico-metafísico, debido a que esa línea de análisis nos llevaría a un desarrollo teórico ajeno al objetivo de este trabajo. Además, esa indagación, que estaría más cercana a la intersección psicoanálisis-filosofía, en general ha sido bas-

tante elaborada por otros autores a través de variados ensayos y siempre se la profundiza en nuevos estudios. La orientación que tomará nuestra investigación será diferente.

Considerando el contenido temático de nuestro trabajo, es esencial efectuar cierto recorte del *cogito* bajo la forma de un *sujeto gnoseológico puramente matemático*. Esto implica que abordaremos el *cogito* desde otra característica central, que ha sido menos investigada desde la perspectiva del psicoanálisis, pero que Lacan la reitera repetidas veces y la considera “siempre decisiva en el nacimiento de una ciencia”², como así también en la operatoria misma del sujeto de la ciencia: la *reducción*.

Precisamente, la operación de reducción se relaciona, íntimamente, con la matematización que introduce en el siglo XVII la ciencia moderna. Lacan va a considerar, siguiendo a Koyré, que la ciencia moderna es la ciencia galileana, la cual se caracteriza por concebir a toda la realidad como *física matematizada*. En la parte final mencionaremos otros aspectos sobre esta cuestión, articulando al sujeto de la ciencia con el sujeto del inconsciente, haciendo especial referencia a ciertas puntualizaciones de J. C. Milner.

En las páginas siguientes trataremos de desarrollar algunas ideas orientadas hacia esta posible y esperable intersección psicoanálisis-ciencia, tomando como tema de investigación psicoanalítica un principio de importancia capital en la física cuántica: el “Principio de incertidumbre o indeterminación” de Werner Heisenberg. De las variadas obras que ha escrito este autor, nos centraremos en las reflexiones que plantea en “La imagen de la

naturaleza en la física actual”.

Iniciamos la primera parte de este texto estableciendo un corte y marcando una diferenciación histórica y cronológica. Se puede distinguir una *física clásica*, que nace en el momento de constitución de la *ciencia moderna* con Galileo, aproximadamente a principios del siglo XVII y se extiende hasta fines del XIX, cuyo momento de máximo auge aparece representado por hombres como Newton, Laplace y Maxwell; y una *física moderna*, a partir del siglo XX, que podría ser ubicada dentro de la *ciencia contemporánea* o actual. En este período surgen la Teoría de la relatividad y la Teoría cuántica, que produjeron notables hallazgos y surgimientos de nuevos paradigmas científicos.

En este punto, nos detendremos por un momento para considerar la noción de “determinismo” que sostenía la física clásica.

Física clásica y determinismo

A grandes rasgos, el *principio de razón suficiente*, uno de los cuatro principios de la lógica formal, postula que *todo lo que es, es por alguna razón que le hace ser como es y no de otra manera*. En el campo de la filosofía, este principio tiene como forma especial de expresión el denominado *principio de causalidad*, que fue enunciado de diversas maneras. Una de ellas, restringe o limita el alcance del principio a las modificaciones que se producen en la realidad, pudiéndose expresar de esta manera: *toda modificación que se produce en la realidad tiene una causa*. Las relaciones de causa y efecto suponen que todo lo que se origina tiene, necesariamente, una causa, y que las mismas causas producen los mismos

efectos.

Este principio ha sido fundamental en la constitución de la ciencia moderna, y la operatoria que realizó la física clásica fue *reducir* el principio de causalidad a la dimensión de *leyes*, que se caracterizan por su *forzocidad* o necesidad. En líneas generales, se acepta que la ley es un enunciado que posibilita predecir la evolución y el comportamiento de un fenómeno, a partir del conocimiento preciso de determinado estado del mismo, y esto es válido para todo el universo, tanto si se consideran fenómenos de magnitudes macroscópicas como objetos a escala microscópica. Este concepto se podría expresar en los siguientes términos: si se parte del conocimiento de todas las ecuaciones diferenciales sobre las leyes que rigen la evolución de un fenómeno natural y su estado exacto en un momento dado, se puede conocer, en forma precisa, tanto sus estados anteriores como los posteriores.

Estas ideas fundan, básicamente, la concepción científica moderna de ley, y en ella se sustenta la postura *determinista clásica*, la cual queda elocuentemente reflejada en una conocida frase de Laplace:

“Una inteligencia que, en un momento determinado, conociera todas las fuerzas que anima la naturaleza, así como la situación respectiva de los seres que la componen, si además fuera lo suficientemente amplia como para someter a análisis tales datos, podría abarcar en una sola fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más ligero; nada le resultaría incierto y tanto el futuro como el pasado estarían pre-

sententes a sus ojos”³ (Laplace, 1819, p. 11).

Este determinismo radical, que consideraba al momento actual del universo como el efecto de su estado anterior y como la causa del estado posterior, buscaba la total matematización de la realidad. Pero este determinismo causal exacto, o *determinismo fuerte*, requiere de una precisión absoluta en las verificaciones experimentales, lo que resulta imposible dado que todos los experimentos tienen un *margen de error*. No es posible realizar *mediciones totalmente exactas* que permitan reducir a 0 el error de la medición, y así obtener una verificación concluyente de la concordancia de los datos matemáticos y la realidad.

El determinismo causal estricto es especialmente inaplicable cuando se investiga sobre un fenómeno en el que ya no basta una sola medición experimental, sino que se requiere, obligadamente, de un conjunto de medidas por la cantidad de variables intervinientes a considerar. En este caso, no es posible conocer y analizar todos los datos según la forma ideal del determinismo estricto.

Por ejemplo, pensemos en un gas encerrado en un recipiente y en las partículas que integran ese sistema. Se vuelve imposible conocer todas las posiciones y velocidades en un determinado instante (las condiciones iniciales) de unas 10²³ moléculas. No se puede predecir con certeza el comportamiento individual de las moléculas, sino solamente alcanzar un conocimiento parcial, en términos de *promedios estadísticos*, de las variables asociadas a cada molécula individual.

En consecuencia, esta perspectiva estadística supone una pérdida efectiva del determinismo causal estricto (aunque conceptualmente es distinto de la pérdida del determinismo en los sistemas cuánticos). En efecto, ya en la misma época de la física clásica se aceptaba la existencia de un determinismo más limitado, de tipo estadístico, pero considerándolo, de alguna manera, como una forma de aproximación al ideal, inalcanzable, del *determinismo causal en sentido fuerte*.

En otras palabras, si bien en el abordaje de los fenómenos se aplicaban leyes estadísticas persistía el pensamiento -y la certeza- de que todos los procesos físicos, incluso los que se producían en el nivel atómico, tendrían que poder reducirse, en base al aumento cada vez mayor de la precisión en el dispositivo experimental, al análisis y las leyes del determinismo causal riguroso.

En síntesis, la ciencia moderna es sinónimo de ley y ésta se corresponde con el principio de causalidad y con las nociones de predictibilidad, regularidad y estabilidad. Mientras que la ciencia contemporánea, especialmente la física atómica, va a poner de relieve la importancia de un *determinismo débil* asociado a *relaciones de probabilidad* y a ciertas *irregularidades* y *discontinuidades* que se oponen abiertamente a la idea de estabilidad lineal soñada por la ciencia tradicional.

La física clásica intentó establecer leyes unificadoras, universales y necesarias en donde todo lo existente apareciera interrelacionado de forma sistemática y causalmente rigurosa. Pero si este ideal determinista ya era imposible de alcanzar en la misma época de

Newton y Laplace, lo fue aún más a partir del siglo XX debiéndoselo abandonar completamente.

Fue la imposibilidad de abordar los fenómenos microscópicos, según el modelo ideal del determinismo causal estricto, la que ha jugado un rol esencial en el surgimiento de la *física moderna*.

Física moderna e indeterminismo

El límite entre la física clásica y la física moderna lo marca el surgimiento de la Teoría cuántica de Max Planck. Al resolver el problema de la radiación del cuerpo negro introduciendo el concepto revolucionario de *cuantos* de energía, Planck establece los cimientos de la física cuántica, por lo que recibe el premio Nobel de Física en 1918. La Teoría cuántica es un cuerpo teórico muy complejo sobre los fenómenos microscópicos que se fue conformando, a lo largo de los años, en base a los descubrimientos de diferentes autores.

Antes de referirnos a Heisenberg y considerar la contribución decisiva que plantea su *Principio* en la ciencia y el pensamiento del siglo XX, es necesario mencionar algunas ideas básicas y generales sobre los aportes fundamentales que fueron gestando a la mecánica cuántica, para poder apreciar mejor la ruptura definitiva que ésta ha originado con el determinismo riguroso de la física clásica.

Recordemos, en relación a la ciencia moderna, que Lacan destaca la crítica al realismo y al determinismo estricto de la física clásica y cuestiona la noción de mecanismos, asociados a ella, al señalar que “después de la física cuántica los mecanismos estallan”⁴ (Lacan,

1972-73, p. 134). Y también menciona numerosas veces a la *termodinámica*,⁵ cuando hace referencia a la economía libidinal de la pulsión y a la fisiología y la teoría energética que Freud inicialmente elabora, basándose en el modelo de la física y los principios de la termodinámica de su época.

Planck inicialmente se había interesado en la termodinámica y el problema del cuerpo negro que absorbe todas las frecuencias de luz, y cuanto se calienta las emite, desde las longitudes de onda largas del infrarrojo hasta las de alta frecuencia del ultravioleta.

El estudio de las leyes de la radiación térmica que postulaba la teoría clásica se basaba en los pilares de la mecánica estadística y el electromagnetismo de Maxwell, cuyos resultados eran erróneos y contradecían abiertamente las experiencias, dado que predecían el aumento infinito en la emisión de altas frecuencias, lo que se denominó la “catástrofe del ultravioleta”.

Pongamos el siguiente ejemplo muy simple y elemental: la luz roja de la estufa encendida debería convertirse, gradualmente, en rayos ultravioleta, rayos x, rayos gama, etcétera; que nos finalizarían matando, lo cual, por supuesto, no sucede. Todos los intentos por resolver esta cuestión habían fracasado sistemáticamente, porque se buscaba una solución siguiendo los conceptos de la física clásica, es decir, considerando que la energía era radiada en forma continua.

En 1900 Planck logró, luego de innumerables cálculos, resolver este problema planteando una hipótesis muy original: la idea de que los átomos absorben y emiten energía en forma *discontinua*, de a saltos, a través de pa-

quetes de energía que llamó *cuantos*. Los átomos del cuerpo negro realizan ciertas oscilaciones electromagnéticas y absorben o emiten energía en forma directamente proporcional a su frecuencia de oscilación. Es decir, cuando una radiación incide sobre la materia, los átomos vibran, y los electrones que los integran no absorben cantidades arbitrarias o ilimitadas de energía, sino sólo cierta cantidad que corresponde a la *constante de Planck*.

Esta constante física universal se utiliza para describir la cuantización de la energía, fenómeno que se produce en partículas subatómicas como los electrones. También se emplea para medir el nivel de energía de los fotones, tal como lo indica la ecuación $E = h \cdot v$ (siendo E la energía, h la constante de Planck y v la frecuencia de la onda luminica). El valor aproximado que toma la constante es pequeñísimo, $h = 6,626 \times 10^{-34}$ (j.s), esto hace que se vuelva despreciable y carezca de efectos a nivel macroscópico, pero este valor tiene relevancia cuando se estudian fenómenos a escala atómica.

Pensar que la energía emitida no era continua sino en paquetes discretos o cuantos, es decir, como en forma escalonada, con intermitencias era algo así como suponer, siguiendo un símil sencillo, que si se lanza cualquier objeto hacia arriba, por ejemplo, una piedra, ésta al caer no va pasando por todas las alturas posibles del espacio, sino que desciende saltando posiciones sin pasar por las alturas intermedias.

El cambio era tan radical -como bien dice Lacan algo *estalla* con respecto a la concepción clásica- que no solamente no fue aceptado inmediatamente por los físicos de la época, sino que

el propio Planck tuvo *resistencias* para aceptar completamente su teoría y durante años intentó compatibilizarla con la teoría clásica de Maxwell, dado que quiso limitar su hipótesis de la cuantización a los procesos de absorción y emisión de energía, pero consideraba que la propagación de la luz se realizaba en forma continua, de acuerdo a la teoría electromagnética de Maxwell. Pasaron pocos años hasta que la hipótesis cuántica fue aceptada como una realidad. Fue A. Einstein quien aplicó la hipótesis de los cuantos a través del estudio del "efecto fotoeléctrico" en 1905, proponiendo que la luz no solo se emite sino que también se propaga en forma de cuantos. La teoría de Einstein postula que la luz está conformada por un conjunto de partículas denominadas *fotones* o *cuantos de luz*, que transportan una cantidad de energía proporcional a $h \cdot v$, tal como lo demuestra la constante de Planck. El efecto fotoeléctrico verifica la autenticidad de los fotones y permite constatar que éstos arrancan electrones de una superficie metálica, o también en el *efecto Compton*, en el que se produce el choque de un fotón con un electrón. A partir de este estudio, Einstein considera que la luz podía explicarse no como una onda sino como un haz de partículas. En definitiva, la hipótesis del quantum halló su confirmación experimental a través del fotón.

La investigación sobre el efecto fotoeléctrico le valió a Einstein el premio Nobel en 1921. Pero a través de este trabajo, Einstein, que era un determinista convencido, le estaba dando un riguroso fundamento a la teoría física que siempre criticaría por su indeterminismo radical: la teoría cuántica. Más

adelante Señalaremos algunas de sus críticas.

Hemos mencionado el aspecto básico de la ecuación de Planck, no podemos menos que hacer una mínima referencia a la célebre ecuación de Einstein. Esta fórmula expresa la posibilidad de intercambiarse masa y energía porque son dos aspectos diferentes del mismo fenómeno: $E = m.c^2$ (siendo E la energía, m la masa y c la velocidad de la luz). Esto implica que la energía de un cuerpo es equivalente a su masa multiplicada dos veces por la velocidad de la luz, y dado que la velocidad de la luz corresponde a un número muy grande⁶ (300.000 k/s en el vacío), un cuerpo que posee una pequeña cantidad de masa contiene grandes cantidades de energía. Esta fórmula fue la base que permitió comenzar a investigar sobre la energía nuclear.

N. Bohr desarrolló su modelo atómico relacionando el modelo de átomo de Rutherford con los trabajos de Planck y Einstein sobre la teoría cuántica. Bohr consideró que en la estructura interna del átomo de hidrógeno los electrones realizan movimientos orbitales en forma de círculo y que emiten radiación electromagnética sólo cuando saltan de una órbita a otra, y la cantidad de energía absorbida y emitida corresponde a un cuanto de energía de Planck. Bohr aplicó e interpretó la teoría cuántica como una manifestación de las *posiciones discontinuas* del electrón dentro del espacio atómico, y su teoría contradice aspectos centrales del electromagnetismo de Maxwell. Por un lado, la teoría electromagnética postulaba que el electrón puede girar alrededor del átomo siguiendo órbitas de cualquier tamaño. Mientras que Bo-

hr, por el contrario, propone que los electrones sólo pueden girar en órbitas en las que la energía está cuantizada. Por otro lado, la teoría clásica establece que el electrón en su movimiento orbital, perdería energía y se iría aproximando cada vez más al núcleo atómico girando en espiral, hasta colisionar con él. En cambio Bohr, postula que el electrón puede saltar de una órbita a la otra, pero, una vez que se encuentra en la más cercana al núcleo, ya no puede aproximarse más a éste.

Bohr obtiene el premio Nobel en 1922 por sus investigaciones sobre la *estructura del átomo* y la radiación que emite.

L. De Broglie también realizó un aporte fundamental, al combinar la ecuación de Einstein que relaciona la masa y la energía, con la de Planck que relaciona la frecuencia y la energía. La *dualidad onda-partícula* que caracteriza a la naturaleza de la *luz*, que en ciertas circunstancias puede tener un comportamiento ondulatorio y bajo otras condiciones un comportamiento corpuscular, fue extendida a la naturaleza de la *materia*. Es decir, tanto los fotones como los electrones coinciden en tener propiedades de onda y de partícula. De acuerdo a esto, en determinadas condiciones, los electrones pueden ser difractados de la misma manera que es difractable la luz visible o los rayos X.

Nuevamente hay diferencias nodales con la física clásica. En primer lugar, la cuestión del carácter dual de la luz sólo adquiere significación plena cuando se la analiza en el contexto de la teoría cuántica. Pero en segundo lugar, es todavía un cambio más radical y

asombroso postular que también la *materia* es de naturaleza *dual*, porque significa el abandono de la concepción corpuscular newtoniana de la materia en el campo atómico.

Haciendo referencia a esta cuestión, Bohr enunció el denominado *Principio de complementariedad*, para describir la naturaleza dual del electrón, corpuscular y ondulatoria a la vez.

Los trabajos de De Broglie fueron de gran importancia en la conformación de la *mecánica ondulatoria* y le valieron la obtención del premio Nobel en 1929.

Se ve claramente el corte y ruptura que estos nuevos conceptos originan con respecto a la ciencia moderna en un aspecto esencial: la idea de la *realidad material* del mundo físico, dado que la *materia*, en cierto modo, se *desmaterializa* en su estructura íntima, de acuerdo a lo que indica su naturaleza dual. Sin embargo, a pesar de todas las diferencias, todavía coexisten ciertos conceptos y representaciones de la Mecánica clásica con conceptos cuánticos. Por ejemplo, el átomo de Bohr aún conserva una nítida representación clásica bajo la forma de un *sistema solar microscópico*. También la sofisticación que introduce A. Sommerfeld de las *órbitas elípticas* en el movimiento de los electrones, en lugar de las órbitas circulares de Bohr, es una clara extrapolación del modelo astronómico al universo microscópico.

Se debe a Heisenberg el haber profundizado aún más estas diferencias y establecer un quiebre radical con respecto a la concepción clásica, particularmente en el modo como el *objeto* y el *sujeto* quedan implicados en la *observación* a escala cuántica.

Heisenberg y la incertidumbre

A Heisenberg se le otorgó el premio Nobel en 1932, por sus notables aportes a la mecánica cuántica relacionados con el descubrimiento de las formas alotrópicas de la molécula de hidrógeno y, muy especialmente, por la formulación del *Principio de incertidumbre o indeterminación*.

Al abordar la estructura del átomo Heisenberg intentó presentar un modelo más complejo que el de Bohr, basado en ondas y no en partículas, pero a diferencia de De Broglie y Schrödinger trató de describir las órbitas de los electrones en términos estrictamente numéricos prescindiendo de esquemas e “imágenes”. Para lograr tal fin, buscó aplicar relaciones matemáticas utilizando el álgebra matricial, es decir, empleó un procedimiento matemático que denominó *mecánica de matrices* para explicar las longitudes de onda y la posición de las líneas espectrales. Llegó a un conjunto de *abstracciones numéricas* que eran equivalentes a la *mecánica ondulatoria* de Schrödinger. Sin embargo, prevaleció el sistema de este último, debido a que los físicos eligieron un modelo basado en algunos esquemas que permitía representarse ciertas *imágenes y visualizaciones*. Insistimos en este aspecto: una disciplina tan rigurosa como la física, con tan alto nivel de formalización matemática, no puede prescindir completamente de cierto componente relacionado con lo “imaginario”, parecería que los físicos prefieren poder representarse ciertos gráficos y esquemas, en lugar de recurrir exclusivamente a matematizaciones, aun cuando éstas sean correctas. Veremos, más adelante, que el problema de la “imagen” va

a reaparecer. (Nos referiremos a ello en la segunda parte del trabajo).

Pero fue la enunciación del Principio de incertidumbre o indeterminación, planteado en 1927, el aporte fundamental de Heisenberg que produjo gran resonancia y fuerte impacto en la ciencia del siglo XX, porque supuso una profunda revisión epistemológica de ciertos conceptos fundamentales, que en aquella época parecían estar sólidamente establecidos por la física clásica. La influencia de este principio general ha rebasado el ámbito estrictamente científico.

En cuanto a la trascendencia que tiene el Principio de incertidumbre en la ciencia y el pensamiento contemporáneos, nos dice S. Hawking:

“...el principio de incertidumbre de Heisenberg es una propiedad fundamental, ineludible, del mundo. Este principio tiene profundas implicaciones sobre el modo que tenemos de ver el mundo. Incluso más de cincuenta años después, éstas no han sido totalmente apreciadas por muchos filósofos, y aún son objeto de mucha controversia. El principio de incertidumbre marcó el final del sueño de Laplace de una teoría de la ciencia, un modelo del universo que sería totalmente determinista”⁷⁷ (Hawking, 1988, p. 83).

El *Principio de incertidumbre* va a postular, básicamente, que no es posible determinar con precisión cual es la *posición* en el espacio y el *movimiento* de una partícula subatómica al mismo tiempo, es imposible determinar con exactitud y en forma absoluta las dos variables simultáneamente. Cuanto mayor sea la precisión con que se de-

termine la posición de una partícula, menor será la precisión con que se determine su velocidad y viceversa. Solamente se puede determinar la *probabilidad* de que el electrón se encuentre a una determinada distancia del núcleo atómico.

Por lo tanto, la medición y el conocimiento preciso de una variable implican la *indeterminación* en el valor y el conocimiento de la otra. Y si bien se pueden medir ambas variables, se obtienen cálculos aproximados que, necesariamente, fluctúan dentro de ciertos valores medios. El producto de ambos errores o incertezas en la medición de las dos variables, corresponde a cierta cantidad que no puede ser inferior a h , siendo h la constante de Planck. Por eso Heisenberg ha resalado que el empleo de las palabras *posición* y *velocidad* con una precisión que intente superar la dada por la ecuación h , carece de significado y es equivalente a utilizar palabras cuyo sentido no ha sido definido.

Este principio es crucial, no sólo para la física moderna sino también para la ciencia y la filosofía en general, dado que realiza una ruptura fundamental con el determinismo radical que caracterizaba al pensamiento científico de Newton y Laplace y origina una crisis en la concepción mecanicista y materialista clásica del universo, produciendo una apertura a la *indeterminación* y a la dimensión de la *probabilidad*.

Con respecto al giro inesperado que ha producido el Principio de incertidumbre en la física moderna, Lacan destaca lo siguiente:

“No crean que nuestra postura respecto de todas las realidades haya arribado a este punto de reducción

definitiva, perfectamente satisfactorio”⁸ (Lacan, 1954-55, p. 360).

Luego agrega:

“Porque dado el punto en el que actualmente se desarrollan los progresos de la física, errado sería imaginar que esto estaba previsto de antemano, y que al átomo, al electrón, ya se les había cerrado la boca. De ninguna manera”⁹ (Lacan, 1954-55, p. 360).

Y continúa diciendo:

“Está claro que donde se produce algo extraño es del lado del lenguaje. A esto se reduce el principio de Heisenberg. Cuando se consigue determinar uno de los dos puntos del sistema, no se pueden formular los otros. Cuando se habla del lugar de los electrones, cuando se les ordena quedarse ahí, siempre en el mismo lugar, ya no se sabe en absoluto dónde acabó lo que ordinariamente llamamos su velocidad. A la inversa, si se les dice: Pues bien, de acuerdo, ustedes se desplazan todo el tiempo de la misma manera, ya no se sabe en absoluto donde están. (...) hasta nueva orden podemos decir que los elementos no responden allí donde se los interroga. Para ser más exactos: si se los interroga en alguna parte, es imposible captarlos en su conjunto.”¹⁰ (Lacan, 1954-55, pp. 360-1). (Lacan reitera esta cuestión en *El Seminario 10. La angustia*, “Clase VII”.)

En efecto, aparecen ciertos límites y restricciones en la capacidad de medición que plantean una fuerte crisis en las nociones de *partícula*, *trayectoria* y

observación, y demuestran que en el universo microscópico de las partículas elementales, se trastocan completamente los *objetos*, *espacios* y *velocidades* de la física newtoniana.

Acá empezarían a configurarse importantes consecuencias epistemológicas que originarían efectos de sujeto, a través de despropósitos y ambigüedades, produciéndose un *cambio de perspectiva en el estatuto mismo de sujeto*, tanto en su dependencia del *lenguaje* como en su lugar en el discurso de la ciencia.

Modificaciones en el estatuto de sujeto de la ciencia en el siglo XX

Por un lado, la física clásica consideraba que todo cuerpo, necesariamente, se encuentra en un momento dado en un determinado lugar en el espacio, y esta afirmación sigue vigente y tiene validez en el mundo macroscópico, pero en el universo microscópico deja de ser aplicable, debiéndose abandonar el concepto de *partícula* de la mecánica clásica. Por otro lado, también entra en crisis la noción de *trayectoria*, dado que la mecánica cuántica no necesita de la continuidad del movimiento para explicar los fenómenos.

Pero es especialmente a partir de la crisis del concepto de *observación* cuando más intensamente se presentaría el efecto de sujeto. Por ejemplo, en el nivel macroscópico se puede observar y delimitar, en forma precisa, la órbita de un planeta a través de un telescopio que detecta la luz reflejada por el cuerpo celeste, pudiendo registrarse sus diferentes posiciones. Esta forma de observación ya no es aplicable en el dominio de la física cuántica, no se pue-

den hacer observaciones sin producir alguna modificación en el objeto.

Veamos, básicamente, lo que ocurre al intentar “observar” a las partículas elementales, porque en la elaboración teórica de la física atómica es fundamental el aspecto técnico e instrumental. Para “ver” un electrón hay que “iluminarlo” proyectándole “luz” o algún tipo de radiación para poder detectar el reflejo generado por la partícula subatómica. No se puede utilizar luz común porque su longitud de onda es infinitamente mayor que el tamaño del electrón y este no se reflejaría. Es necesario emplear una “luz” de muy corta longitud de onda, es decir, fotones de energía muy alta que al ser reflejados por los electrones proporcionan una “imagen” de los mismos. Y aquí nos encontramos con un límite infranqueable.

Al “bombardear” un electrón con fotones de alta energía se produce un “choque” que, inevitablemente, altera o perturba la posición de la partícula que se intentaba determinar. Podría pensarse que este efecto negativo se lograría controlar utilizando fotones de baja energía, pero en este caso la longitud de onda es mayor, es decir, las ondas están menos localizadas, en consecuencia, aunque el efecto de choque es menor, disminuye la precisión para poder conocer la posición del electrón. Tampoco ahora se puede fijar con exactitud la posición de la partícula.

La Mecánica cuántica impone límites a las posibilidades de medición y observación que no pueden superarse en base a la sofisticación técnica y el progreso experimental, porque aunque hubiese instrumentos científicos altamente precisos persistiría la impo-

sibilidad para determinar la posición y la velocidad exactas, en forma simultánea, de una partícula elemental. La *incertidumbre* a la que hace referencia este principio es intrínseca a la naturaleza de los fenómenos cuánticos.

Pero, además, esta fuerte dificultad para separar al *sujeto* del *objeto* tendría un alcance aún mayor, dado que estaría cuestionando seriamente, al menos en una de las principales teorías de la física contemporánea, la *división cartesiana* entre la “*res cogitans*” y la “*res extensa*”, es decir, entre pensamiento y materia, entre el sujeto pensante y los objetos materiales que se encuentran en el espacio, división que es el pilar fundamental en la constitución de la ciencia moderna.

Heisenberg se refiere a esta cuestión con toda claridad cuando expresa:

“La antigua división del universo en un proceso objetivo en el espacio y el tiempo por una parte, y por otra parte el alma en que se refleja aquel proceso, o sea la división cartesiana de la *res cogitans* y la *res extensa*, no sirve ya como punto de partida para la inteligencia de la ciencia natural moderna”¹¹ (Heisenberg, 1955, p. 24).

Esta ruptura en la división fundante del campo científico demuestra la existencia de *fisuras* en el cuerpo de la ciencia, e introduce en el mismo un cambio de perspectiva en el concepto de sujeto. En el nivel subatómico en lugar de hechos físicos más bien hay un *sistema de relaciones de probabilidad* y ciertos *procesos*, cuyos componentes son sumamente complejos de individualizar.

La física cuántica establece una rela-

ción causal entre el observador y el sistema observado, inexistente en la física clásica, que origina fuertes *limitaciones* sobre la misma *capacidad de conocer* y rompe con uno de los presupuestos centrales de la visión científica que imperaba hasta principios del siglo XX: la concepción de que existe una *realidad objetiva, exterior* que el sujeto puede percibir y conocer con claridad, dado que él se encontraría separado y fuera de ella. En efecto, veremos que el *sujeto de la ciencia contemporánea* es un sujeto que se ve implicado en el discurso y obligado a atribuirle mayor influencia a la dimensión estadística y al carácter *aleatorio* de las leyes que describen los procesos microscópicos.

En relación al determinismo, es pertinente señalar que son conocidos los reiterados esfuerzos que realizó Einstein, infructuosamente, para intentar elaborar una *ciencia sin sujeto* y demostrar que estaba equivocado el indeterminismo radical que se consolidaba en la física cuántica a partir del Principio de Heisenberg. En los congresos de Solvay, en 1927 y 1930, Einstein mantuvo varios debates con Bohr.

En 1932, J. von Neumann escribe *Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica*, texto en el que plantea conceptos centrales sobre el problema de la medida a escala atómica y la incidencia de un objeto-no físico: la *consciencia* del observador.

También es de destacar, que en 1933 ganan el premio Nobel conjuntamente E. Schrödinger y P. Dirac, por sus contribuciones a la teoría cuántica.

Schrödinger, al estudiar el átomo de hidrógeno, descubre una ecuación fundamental denominada *función de*

onda del electrón. Esta ecuación, que se la designa con la letra griega Ψ , permite determinar, matemáticamente, una *nube de probabilidad*, y en el lugar donde la nube es más densa la probabilidad de presencia del electrón es mayor. La función de onda es una ecuación que toma un valor para cada punto en el espacio, y el cuadrado de este valor representa la probabilidad de que el electrón se encuentre en aquel punto. Y debido a que los valores que toma son *complejos*, se emplea el *número imaginario i* . (En la segunda parte del trabajo haremos referencia al problema del *colapso de la función de onda* y su relación con la *consciencia*).

Entonces, si bien el indeterminismo está en la base de los sistemas cuánticos, no es total, porque hay una ecuación diferencial que indica la evolución a través del tiempo de la distribución de la probabilidad. Si se conoce cierta distribución de la probabilidad en un instante dado, la nube de probabilidad queda totalmente determinada en los instantes futuros, debido a ello es que se puede hablar en términos de un *determinismo débil*. Schrödinger perfeccionó el modelo atómico de Bohr, incluyendo las ondas de De Broglie, y le dio una sólida base matemática a la teoría de Planck.

En 1935, Einstein realiza un nuevo cuestionamiento a la teoría cuántica, junto a los físicos B. Podolsky y N. Rosen, planteando la conocida Paradoja (EPR). Esta consiste en un experimento mental que intentaba demostrar que la teoría cuántica era incompleta, dado que suponía que debían existir ciertas *variables ocultas*, cuyo conocimiento permitiría completar la descrip-

ción del sistema cuántico observado. Einstein criticaba, entre otros aspectos, el carácter *probabilístico* de las predicciones cuánticas, la *no-localidad*, es decir, la posibilidad de acción a distancia entre las partículas, aspecto vinculado a la cuestión del *entrelazamiento cuántico* y el problema de la *perturbación* que se produce durante el acto de medición. Consideraba que tenía que ser posible establecer el valor de la *posición* y el *momento* de una partícula elemental, sin tener que incidir en otra partícula.

Bohr rápidamente le respondió. Argumentó, en líneas muy generales y simplificando su razonamiento, que el sistema cuántico debe ser considerado como una totalidad, y que la descripción y la medida del *estado* de una partícula deben ser contempladas globalmente, dentro de la totalidad de la situación y el dispositivo experimental. En consecuencia, la medición de la partícula A, indirectamente, produce cierta influencia sobre la partícula B, dado que ésta forma parte del sistema como un todo y, por lo tanto, no se la puede considerar en forma independiente de A, aún cuando entre ellas no se produzca ninguna interacción. Lo cierto es que en la comunidad científica prevaleció claramente la concepción probabilista e indeterminista de Bohr, Heisenberg y otros físicos, conocida como la *interpretación de Copenhague*. Cabe agregar, con respecto a la concepción determinista de Einstein, que al no lograr que prevaleciera su punto de vista le escribe una carta a E. Schrödinger en la que expresa con ironía:

“La tranquilizadora filosofía -¿o religión?- de Heisenberg-Bohr está tan ingeniosamente concebida que, de

momento, constituye para el verdadero creyente una suave almohada en la que puede dormir plácidamente un sueño del que no va a ser fácil despertarle”¹² (Hoffman, 1985, p. 166).

Lacan, al mencionar el problema de la posición del científico y la división subjetiva, también ha señalado las resistencias y prejuicios para abandonar ideas antiguas o contrarias a la particular filosofía del investigador.

Se podría considerar la postura de Einstein -lo cual no le impidió ser un científico genial y revolucionario- como una de las diferentes formas de no querer saber de la dimensión de la *castración* en el campo de la ciencia, como un intento de lograr la “sutura del sujeto”,¹³ (Lacan, 1965, p. 855) y en casi todas sus referencias, Lacan le critica a Einstein su postura determinista y lo asemeja con Descartes, porque al igual que éste pone como garante último de todo a Dios, a través de su muy conocida frase “Dios no juega a los dados”.

En síntesis, todas estas profundas modificaciones se corresponden con lo que Bachelard llama “la era del nuevo espíritu científico”¹⁴ (Bachelard, 1938, p. 9) que surge en 1905 con la relatividad einsteniana, y unos pocos años antes con el nacimiento de la Teoría cuántica, teorías que reformularon conceptos esenciales de la física clásica, a través de las más complejas abstracciones.

“A partir de esta fecha, -dice Bachelard- la razón multiplica sus objeciones, disocia y reconfigura las nociones fundamentales y ensaya las abstracciones más audaces. En

veinticinco años, como signos de una asombrosa madurez espiritual aparecen tales pensamientos, que uno solo de ellos bastaría para dar lustre a un siglo. Son la mecánica cuántica, la mecánica ondulatoria de Louis de Broglie, la física de las matrices de Heisenberg, la mecánica de Dirac, las mecánicas abstractas, y, sin duda, muy pronto las físicas abstractas que ordenarán todas las posibilidades de la experiencia”¹⁵ (Bachelard, 1938, p. 9).

En el pensamiento de este *nuevo espíritu científico*, ¿cuál sería el estatuto de sujeto que surgiría en la física atómica a partir del Principio de incertidumbre y cuáles sus diferencias con respecto al sujeto de la física clásica? Se podría responder a esta cuestión a través de tres conclusiones generales que sintetizan los planteos que hasta aquí hemos realizado:

1) El *sujeto de la ciencia moderna* es un *sujeto matemático* que tiene la *certeza* de que el aumento creciente de la precisión del método y del dispositivo experimental, y el desarrollo cada vez más exacto del aparato matemático y del lenguaje formal, van a permitir conocer y develar completamente a la *naturaleza en sí misma* o a los constituyentes últimos de la realidad material. Esto implica que la dimensión de la probabilidad -que vimos que en última instancia la física clásica la admitía en su horizonte- era concebida como un obstáculo transitorio que se llegaría a eliminar completamente. En concordancia con estos presupuestos, este sujeto confía en el *determinismo fuerte*. Por el contrario, el *sujeto de la ciencia*

contemporánea, especialmente en la física atómica, si bien es un sujeto matemático con alto nivel de formalización en su escritura científica, presenta una diferencia sustancial: este sujeto se encuentra con la presencia de inesperados *límites* en la capacidad de matematización, a tal punto de incluir en su perspectiva epistémica el quiebre con la certeza y la apertura al *determinismo débil* y la dimensión de la *probabilidad*.

2) El *sujeto de la ciencia moderna* se relaciona con una *realidad dada*, *exterior*, con un mundo material que puede conocer en forma *objetiva*. De acuerdo a esta concepción, la naturaleza es pensada por medio de abstracciones relativamente simples y un empirismo concreto compuesto de hechos que todavía están ligados a la intuición sensible.

Mientras que para el *sujeto de la ciencia contemporánea* no se conoce la *realidad en sí misma*, ni tampoco hay una realidad material ni objetiva ya dada, sino que el *estatuto ontológico* de las *entidades físicas* del universo subatómico, se construye desde cierta teoría y se recorta empleando ciertos métodos, técnicas e instrumentos. Es decir, sólo se conocen ciertos *fenómenos* que posibilitan concebir una *realidad construida* a través de abstracciones sumamente complejas y teniendo en cuenta un dispositivo técnico-instrumental muy sofisticado.

3) En la *ciencia moderna* los objetos de la naturaleza aparecen claramente separados del sujeto matemático, en razón de que éste es un sujeto totalmente aislado o distanciado de los fe-

nómenos que observa. Por lo tanto, la división cartesiana entre la *res extensa* y la *res cogitans* opera con certeza. En oposición a esto, en la *ciencia contemporánea* el *sujeto* y el *objeto* están implicados, dado que el sujeto que observa no está nítidamente separado del objeto observado, ni aquel es un observador neutro ni pasivo, sino que al conocer y observar a su objeto lo modifica, lo perturba. Esto implica que en el caso de la física cuántica no estaría operando o, al menos se vería seriamente afectada, la división fundamental entre los *objetos materiales* y el *sujeto pensante*.

A partir de esta ruptura epistemológica fundamental se producen *efectos de sujeto del lenguaje*, los que a su vez originan reflexiones sobre las consecuencias filosóficas que genera el *nuevo estatuto de sujeto de la ciencia*. Estas cuestiones serán desarrolladas en la segunda parte del trabajo.

Ahora bien, ¿cómo se articula el sujeto de la ciencia con el sujeto del inconsciente? Se puede responder a este otro interrogante señalando ciertas puntualizaciones de J. C. Milner, quien al tratar este tema relaciona la perspectiva de Lacan con teorizaciones que realiza A. Koyré.

Lacan, en "La ciencia y la verdad", considera que el sujeto al que se dirige el psicoanálisis no es otro que el sujeto de la ciencia. Milner, a partir de esta consideración, postula tres afirmaciones que configuran lo que denomina la "ecuación de los sujetos"¹⁶ (Milner, 1995, p. 35): 1) *que el psicoanálisis opera sobre un sujeto* (no sobre un yo, no sobre una persona), 2) *que hay un sujeto de la ciencia* y 3) *que estos dos sujetos hacen uno*.

A su vez, la ecuación de los sujetos depende directamente de lo que Milner llama "la hipótesis del sujeto de la ciencia"¹⁷ (Milner, 1995, p. 36), la cual sostiene que la ciencia moderna en su operatoria va a determinar un cierto modo de constitución del sujeto. De aquí formula la siguiente definición de sujeto de la ciencia:

"...el sujeto de la ciencia no es nada salvo el nombre del sujeto, toda vez que, por hipótesis, la ciencia moderna le determina un modo de constitución"¹⁸ (Milner, 1995, p. 36).

Asimismo, la teoría lacaniana de la ciencia se apoya en el pensamiento de Koyré. Mencionemos también dos ideas fundamentales que Milner destaca de este autor: "la ciencia moderna es la ciencia galileana, cuyo tipo es la física matematizada"¹⁹ (Milner, 1995, 40), y en sintonía con esto, "al matematizar su objeto, la ciencia galileana lo despoja de sus cualidades sensibles"²⁰ (Milner, 1995, p. 40).

Por último, Milner, al hablar del *cartesianismo radical* de Lacan, afirma que:

"...el sujeto freudiano, en la medida en que el psicoanálisis freudiano es intrínsecamente moderno, no podría ser otro que el sujeto cartesiano"²¹ (Milner, 1995, p. 41).

Entonces, claramente se puede afirmar que Lacan considera que el *sujeto del inconsciente freudiano*, ese sujeto que aparentemente es tan diferente del *cogito*, es el *sujeto de la ciencia*, el sujeto puntual y evanescente de Descartes, sin cualidades y carente de toda individualidad empírica, tal como lo requiere la ciencia moderna, que sur-

ge como un residuo ineliminable de la operación de vaciamiento. Este sujeto es el agente del discurso de la ciencia y es el que pone en relación a un significativo con otros significantes.

En otras palabras, el sujeto del inconsciente se identifica con el sujeto de la ciencia moderna, con el sujeto que nace a partir del nuevo discurso que introduce el siglo XVII, el discurso que anuda en forma indisoluble dos operaciones fundamentales: el *cogito* de Descartes y la *matematización* de Galileo. Es allí donde el primero encuentra su arraigo y cimiento, aunque luego se aloje en otro lugar. Lacan sostiene que la subversión freudiana consistió en producir una operación de retorno de la verdad, al campo del saber, tal como lo estructura la ciencia, dado que ésta, por una necesidad intrínseca a su discurso, produce una división radical entre el saber y la verdad, la cuestión de la verdad como causa y el deseo del científico quedan excluidos. Concluimos esta primera parte dejando planteadas estas ideas con el objetivo de retomarlas en la segunda parte del trabajo, en el que abordaremos otras cuestiones relacionadas con la física cuántica, que nos permitirán reflexionar sobre la intersección entre el psicoanálisis y la ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOUN, P. L. (1981), *Introducción a la epistemología freudiana*, Siglo XXI Editores, Buenos Aires, 2001.

BACHELARD, G. (1938), *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*, Siglo XXI, 1972.

BOHR, N. (1958), *Física atómica y conocimiento humano*. Aguilar, Madrid, 1964.

COPÉRNICO, N. (1543), *Sobre las revoluciones*. Estudio preliminar, traducción y notas: Carlos Minués Pérez, Tecnos, 1987. Por esta edición: Ed. Altaya, 1994.

DESCARTES, R. (1641), *Meditaciones metafísicas*, Orbis, Hyspamérica, 1983.

EINSTEIN, A., *Correspondencia con Michele Beso* (1903-1955), Tusquets, Barcelona, 1994.

EINSTEIN, A. y M. y H. BORN. *Correspondencia* (1916-1955). Siglo XXI, México.

FEYERABEND, P. (1974), *Contra el método*. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento. Ediciones Orbis, Hyspamérica, 1984.

FREUD, S. (1913), "El múltiple interés del psicoanálisis". En *Obras Completas*, Tomo II, Biblioteca Nueva, Madrid, 1981.

FREUD, S. (1917), "Una dificultad del psicoanálisis". En *Obras Completas*, Tomo III, Biblioteca Nueva, Madrid, 1981.

FREUD, S. (1930), "El malestar en la cultura". En *Obras Completas*, Tomo III, Biblioteca Nueva, Madrid, 1981.

FREUD, S. (1932-33), "Nuevas lecciones introductorias al psicoanálisis". "Lección XXXV: El problema de la concepción del universo". En *Obras Completas*, Tomo III. Ed. Biblioteca Nueva, Madrid, 1981.

GALILEO, G. (1623), *El ensayador*, Aguilar, 1984.

HEISENBERG, W. (1955), *La imagen de la Naturaleza en la física actual*. Ed. Planeta-Agostini, 1993.

HEISENBERG, W. (1977), *Entrevistas y conversaciones con Einstein y otros ensayos*, Alianza, Madrid, 1979.

KLEPER, J. (1559), *El secreto del universo*. Alianza editorial, Madrid, 1992. Por esta edición: Ed. Altaya, 1994.

KLIMOVSKY, G. (1994), *Las desventuras del conocimiento científico*, Buenos Aires.

KOYRE, A. (1957), *Del mundo cerrado al universo infinito*, Siglo XXI, Buenos Aires, 1977.

KOYRE, A. (1973), *Estudios de historia del pensamiento científico*, Siglo XXI, Buenos Aires, 1977.

KUHN, T. (1962), *La estructura de las revolucio-*

- nes científicas, Fondo de Cultura Económico, 1988.
- LACAN, J. (1954-5), *El Seminario 2. El yo en la teoría de Freud y en la técnica psicoanalítica*, Paidós, Buenos Aires, 1988.
- LACAN, J. (1956/7), *El Seminario 4. La relación de objeto*, Paidós, Buenos Aires, 1988.
- LACAN, J. (1959/60), *El Seminario 7. La ética del psicoanálisis*, Paidós, Buenos Aires, 1988.
- LACAN, J. (1964), *El Seminario 11. Los cuatro conceptos fundamentales del psicoanálisis*, Paidós, Buenos Aires, 1988.
- LACAN, J. (1953), "Función y campo de la palabra y del lenguaje en psicoanálisis". En *Escritos I*, Siglo XXI, 2002.
- LACAN, J. (1965), "La ciencia y la verdad". En *Escritos II*, Siglo XXI, 2002.
- LACAN, J. (1966), "Del sujeto por fin cuestionado". En *Escritos I*, Siglo XXI, 2002.
- LOMBARDI, G., "Detección y eliminación del efecto de sujeto del lenguaje en la lógica matemática". En *Revista Universitaria de Psicoanálisis*, Facultad de Psicología, UBA, Buenos Aires, 2001.
- MILNER, J.-C. (1995), *La obra clara. Lacan, la ciencia, la filosofía*, Manantial, Buenos Aires, 1996.
- MONOD, J. (1970), *El azar y la necesidad*, Ed. Planeta-Agostini, 1993.
- NEWTON, I. (1687), *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Estudio preliminar, traducción y notas: Antonio Escohotado. Ed. Tecnos, 1987. Esta edición: Ed. Altaya, 1994.
- ⁶Este valor es aproximado. El valor exacto de esta constante física universal es 299.792.458 k/s.
- ⁷Hawking, S., *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*, p. 83.
- ⁸Lacan, J., *El Seminario 2. El yo en la teoría de Freud y en la técnica psicoanalítica*. Clase XIX, "Introducción del Gran Otro", p. 360.
- ⁹Lacan, J., *Ibid.*, p. 360.
- ¹⁰Lacan, J. *Ibid.*, pp. 360-1.
- ¹¹Heisenberg, W., *La imagen de la Naturaleza en la física actual*, p. 24.
- ¹²Hoffman, B., *Einstein*, p. 166.
- ¹³Lacan, J., "La ciencia y la verdad". En *Escritos II*, p. 855.
- ¹⁴Bachelard, *La formación del espíritu científico*, p. 9, (a).
- ¹⁵Bachelard, *Ibid.*, (b).
- ¹⁶Milner, J. C. *La obra clara. Lacan, la ciencia, la filosofía*, p. 35.
- ¹⁷Milner, J. C. *Ibid.*, p. 36.
- ¹⁸Milner, J. C. *Ibid.*, p. 36.
- ¹⁹Milner, J. C. *Ibid.*, p. 40.
- ²⁰Milner, *Ibid.*, p. 40.
- ²¹Milner, *Ibid.*, p. 41.

RESEÑA CURRICULAR DEL AUTOR

Licenciado en Psicología U.B.A. Diploma de Honor, 2001. Maestría en Psicoanálisis U.B.A. Proyecto de Tesis "Los destinos del sujeto en el discurso científico de las ciencias físico-naturales a partir de las operaciones lacanianas de alienación y separación". Consejero de Estudios y Director de Tesis: Dr. Gabriel Lombardi. Seminarios y Cursos realizados a partir del año 2003 en adelante sobre temas de Historia de la Ciencia y Epistemología en el Centro Franco-Argentino de Altos Estudios U.B.A.

E-Mail leonardopetraglia@yahoo.com.ar

Con mi agradecimiento al Dr. Gabriel Lombardi por su atenta lectura del presente trabajo.

NOTAS

- ¹Lombardi, G. "Detección y eliminación del efecto de sujeto del lenguaje en la lógica matemática". Publicado en la *Revista Universitaria de Psicoanálisis*, Universidad de Buenos Aires, 2001.
- ²Lacan, J. "La ciencia y la verdad". En *Escritos II*, p. 834.
- ³Laplace, P. S., "Ensayo filosófico sobre las probabilidades", p. 11.
- ⁴Lacan, J. *El Seminario 20. Aún*, Clase IX. "Del barroco", p. 134.
- ⁵La termodinámica, en términos generales, estudia cualquier parte del universo considerada como un sistema físico que puede intercambiar trabajo, energía o calor con cualquier otro sistema físico macroscópico. Un aspecto fundamental es el modo como la energía circula y produce movimiento entre sistemas térmico diferentes.