La Relación entre las Ciencias Formales y las Ciencias Naturales

Por

Pedro M. Rosario Barbosa*

I. Introducción

Uno de los escritos que más influyó en la filosofía analítica fue el ensayo de Quine "Dos dogmas del empirismo", en donde afirma que no existe una distinción real entre las ciencias formales y las ciencias naturales. La supuesta diferencia entre ambas radica en el grado de abstracción, pero no en su aspecto cualitativo. En palabras de Quine, "they are different in degree, but not in kind".[1] Él llega a esta conclusión al criticar a su maestro Carnap por basar su concepción de analiticidad en el criterio de significado.

En este escrito busco demostrar dos cosas desde un punto de vista platonista husserliano. En primer lugar, quisiera demostrar que sí hay una diferencia cualitativa entre las ciencias formales y las naturales, y, en segundo lugar, demostrar que esta forma particular de platonismo es la mejor manera de comprender la relación entre ambas.

II. El Argumento de "Dos Dogmas del Empirismo"

Quine (1953a) distingue entre dos tipos de proposiciones analíticas, aquéllas que son lógicamente verdaderas tales como "Ningún hombre no casado es casado", y aquéllas que se definen en términos de su significado, por ejemplo, "Ningún soltero es casado".[2] De acuerdo con Quine, esta última manera de caracterizar los juicios analíticos está condenada al fracaso.

Un "soltero" se define como "no casado", lo que constituye una convención social. Presumiblemente "soltero" y "no casado" se pueden sustituir *salva veritate*.[3] Veamos el ejemplo de una oración como "Soltero tiene menos de ocho letras". Evidentemente, en este caso no se puede sustituir "soltero" con "no casado" *salva veritate*. Se podría objetar a esta aserción afirmando que en este caso "soltero" no significa "no casado", sino que se refiere a la *palabra* "soltero".[4]

---

* Éste escrito se deriva de una conferencia con el mismo título que se llevó a cabo el 20 de noviembre de 2008, en el Seminario de Filosofía de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

1 Quine, 1953a, p. 44.
2 Quine, 1953a, pp. 22-24.
3 Quine, 1953a, pp. 27-28.
4 Quine, 1953a, p. 28.

Si esto es así, la sinonimia de "soltero" y "no casado" debería ser una sinonimia cognitiva. Una vez nos aseguramos de esto, podríamos argumentar que "Todos y solamente los solteros son no casados", es decir "*necesariamente* todos y sólo los solteros son no casados". Sustituyamos en este caso "no casado" por "soltero" y obtendremos: "Necesariamente todos y solo los solteros son solteros". La diferencia entre esta proposición y la anterior yace en el contenido cognitivo que ofrecen, éstos son marcadamente distintos.[5]

Pues podríamos salvar el argumento afirmando que "Los solteros son no casados" porque "soltero" y "no casado" tienen la misma extensión y pueden intercambiarse *salva veritate*. Sin embargo, también los conceptos "criatura con corazón" y "criatura con riñones" presumiblemente tienen la misma extensión, pero no son intercambiables *salva veritate*.[6]

Parecería, entonces, que la única manera de afirmar que hay sinonimia de significados es suponer que los términos "soltero" y "no casado" están analíticamente relacionados. Ahí caemos en una especie de círculo vicioso, aunque Quine dice, en un espíritu no-euclideano, que caemos en una especie de una curva cerrada en el espacio:[7]

> Para distinguir entre analítico y sintético tenemos que apelar al concepto de sinonimia. A la misma vez, debemos entender sinonimia como algo relacionado al intercambio *salva veritate*. Pero la sinonimia no es suficiante, así que argumentamos que son intercambiables porque es necesario que sea así. Y para explicar la necesidad lógica debemos apelar denuevo a la analiticidad.

Tal vez, para evitar ciertas vaguedades del lenguaje podríamos utilizar algunas reglas semánticas para diferenciar entre proposiciones analíticas y sintéticas, tal como lo intentó Carnap. Sin embargo, habría que preguntarse para qué se utilizan estas reglas. La contestación inevitable es que son para distinguir entre proposiciones analíticas y sintéticas. De tal manera caemos, otra vez, en un razonamiento circular. Al buscar la definición de analiticidad, ya presuponemos la noción que queremos definir.[8]

De ahí, Quine afirma que la distinción entre juicios analíticos y sintéticos es un dogma de fe de los empiristas lógicos. Para él, las proposiciones que son lógicamente verdaderas y aquéllas que provienen de la experiencia no son diferentes epistemológicamente a los dioses griegos de la antigüedad, ya que éstos se inventaron para explicar también lo que la gente de aquella época percibía.[9]

III. Respuestas a Quine en Torno a la Analiticidad y Sinteticidad de las Proposiciones

Aunque muchos han querido presentar los argumentos de Quine como una refutación definitiva a cualquier intento de distinguir los juicios analíticos de los sintéticos, hay que señalar que éstos no aplican a otras maneras de distinguir proposiciones analíticas y sintéticas. Por ejemplo, en una de las definiciones que Kant ofrece de dicha distinción, él se basa en la

5 Quine, 1953a, pp. 27-31.
6 Quine, 1953a, pp. 30-31.
7 Quine, 1953a, p. 30. La razón de por qué para Quine esto no es estrictamente una circularidad se debe a quem, desde el punto de vista holista de Quine, los conceptos de conservación de verdad, necesidad lógica, sinonimia, entre otros, son conceptos que están entrelazados entre sí (Katz, 2004, p. 19).
8 Quine, 1953a, pp. 32-39.
9 Quine, 1953a, pp. 42-46; Quine, 1953b, pp. 17-19.

estructura sujeto-predicado de un juicio, a saber, que un juicio es analítico si el concepto del predicado ya está incluido en el concepto del sujeto, y sintético si no es así.[10]

Tampoco aplicaría a la definición fregueana de analiticidad, ya que para Gottlob Frege, una proposición es analítica si llegamos a ella exclusivamente utilizando las leyes de la lógica formal, y es sintética si necesita de alguna proposición de otra ciencia que no sea la lógica. Aquí, Frege incluiría a los juicios de la aritmética, ya que, desde su punto de vista logicista, la aritmética era la parte de la matemática derivable de la lógica. No es ése el caso de la geometría.[11]

Finalmente, tampoco aplicaría a la concepción de analiticidad de Husserl. Para él, un juicio es analítico exclusivamente en virtud de sus componentes formales sin contenido empírico o sensible alguno, es sintético si su verdad descansa en sus componentes materiales. Para comprender esta distinción que se basa más en la filosofía de Bernard Bolzano que en la de Kant, debemos recordar que Husserl distingue entre categorías formales y categorías materiales. Las categorías materiales incluyen conceptos cuyos referentes son objetos materiales tales como el concepto de "casa", "color", "sonido", y "espacio". Sin embargo, también hay categorías formales cuyos referentes son formas categoriales tales como los conceptos de "algo", "uno", "objeto", "propiedad", "relación", "pluralidad", "todo y partes", "magnitud", y "número". Para él, un juicio que es verdadero pero que se basa en cualquiera de estas categorías formales tiene que ser un juicio analítico *a priori*.[12]

Una vez definidos los juicios analíticos y sintéticos, él distingue las leyes analíticas de las necesidades analíticas y, en el caso de los juicios sintéticos *a priori*, las leyes sintéticas *a priori* y necesidades sintéticas *a priori*. Las necesidades analíticas son particularizaciones o casos especiales de juicios cuya necesidad se basa en la *forma* del juicio, no en su contenido material. Sin embargo, una vez formalizamos estos juicios, es decir, los purificamos de todo contenido material, entonces expresa una ley analítica. Ahora bien, si la necesidad del juicio se basa en categorías materiales o esencias materiales, entonces el juicio es sintético *a priori*. Las necesidades sintéticas *a priori* son también particularizaciones de leyes sintéticas *a priori*.[13]

En verdad, este criterio husserliano, aunque no es perfecto, nos puede servir, por lo menos, de un punto de partida para establecer la diferencia cualitativa entre las ciencias formales y las ciencias naturales.[14] En primer lugar, la definición husserliana es distinta a la de Carnap, no se basa en el concepto de significado. En segundo lugar, nos ayuda a distinguir cualitativamente unos juicios que parecen apoyarse en su necesidad lógica, tales como las fórmulas lógicas o las expresiones matemáticas por un lado, y las fórmulas de las ciencias naturales por el otro. Por ejemplo, fórmulas de la matemática como la siguiente, no contienen ningún concepto material:

---

10 Kant, 2003, pp. 32-33 (KRV. A7-10/B11-14).

11 Frege, 1888/1999, p. 4.

12 Husserl, 1913/1999, pp. 404-405 (LU. Vol. II. Inv. III. §11).

13 Husserl, 1913/1999, pp. 405-407 (LU. Vol. II. Inv. III. §§ 11-12).

14 Rosado (2008a) señala que parte de la dificultad radica en que no todos los juicios matemáticos que se intuitivamente suponemos que son analíticos, bajo la definición husserliana no lo serían. Por ejemplo, si formalizamos el juicio "$1^3+2^3+3^3+4^3=100$" y sustituimos los números por variables veríamos que el juicio resultante no sería verdadero *salva veritate*: "$x^3+y^3+z^3+w^3=100$". Tampoco teoremas lógico-matemáticos tales como el Teoremde la Completud de la Lógica de Primer Orden, y los Teoremas de Incompletud de Gödel serían juicios analíticos (pp. 134-135). Rosado utiliza unas definiciones modelo-teoréticas de proposiciones analíticas y sintéticas (Rosado, 2008a, p. 139). Para nuestros propósitos sólo utilizaremos las definiciones husserlianas como un punto de partida para discutir el tema principal.

$$(x-y)(x+y)=x^2-y^2$$

Por otro lado, las fórmulas de la física incluyen en sí mismas conceptos materiales, tales como "fuerza", "masa", "distancia", y "constante gravitacional". La fórmula de gravitación de la física newtoniana es un ejemplo de ello.

$$F_g=G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

IV. Filosofía de las Matemáticas de Husserl

1. ¿Qué son las Ciencias Formales para Husserl?

Ahora bien, Husserl mismo propone una filosofía de las matemáticas que ha sido ignorada en los ámbitos de la filosofía analítica y de la continental, y que merece nuestra atención. De acuerdo con él, la ciencia, en su sentido más amplio, es de origen antropológico. Es decir, se origina en los actos mentales de las conciencias. Esta unidad de actos tiene como correlato una unidad objetiva de proposiciones y de objetos. De acuerdo con Husserl toda proposición verdadera es siempre sobre un estado-de-cosas o una objetualidad.[15]

Para Husserl un acto objetual consiste en un acto del entendimiento mediante el cual se puede constituir un estado-de-cosas (*Sachverhalt*) o una objetualidad (*Gegenstandlichkeit*). No solamente percibimos objetos sensibles mediante la intuición sensible, sino que los percibimos *de una manera específica*. No sólo percibimos un libro y una mesa, sino también que el libro se encuentra *sobre* la mesa. Puedo percibir que *este* vaso se encuentra *al lado* de la botella de agua. Los objetos sensibles constituirían para Husserl lo que él llamaría "situación-de-cosas" (*Sachlage*). Sin embargo, una situación-de-cosas, constituida de manera pasiva ante la conciencia, puede ser fundamento sensible de varios estados-de-cosas. Por ejemplo, en una misma situación-de-cosas, mediante actos objetuales, se constituye el estado-de-cosas en el que se nos presenta a Juan como *menor* que María, o el otro estado-de-cosas en que se muestra a María como *mayor* que Juan. Aunque la situación-de-cosas no cambia, lo único que cambia es cómo Juan y María están *formalmente* relacionados, es decir, cambian las formas categoriales que se hallan fundamentadas en los objetos sensibles María y Juan. En otras palabras, obtenemos dos estados-de-cosas u objetualidades como correlatos de dos actos objetuales distintos.[16]

Sin embargo, es mediante *actos significativos* que podemos constituir proposiciones acerca de estos estados-de-cosas. Si se nos presenta a Juan como menor que María, mediante un acto significativo podemos decir que Juan *es* menor que María en una estructura sujeto-predicado. Igualmente, si constituimos a María como mayor que Juan, podemos decir que María *es* mayor que Juan. Y mediante actos significativo podemos complicar estas proposiciones elementales y decir que Juan es menor que María *y* María es mayor que Juan, o mediante otro acto significativo podemos decir que Juan es menor que María *o* María es mayor que Juan. Y así, podríamos seguir complicando las proposiciones cuya *verdad* radica en su cumplimiento en estados-de-cosas.[17]

15 Husserl, 1913/1999, p. 190; (LU. Vol. I. §62).
16 Husserl, 1939/1973, pp. 237-244 (EU. §§58-60).
17 Husserl, 1913/1999, pp. 698-702 (LU. Vol. II. Inv. VI. §§42-44).

Cada verdad consiste en una proposición que se cumple en un estado-de-cosas. En otras palabras, una *verdad* nos dice lo que *es*. Mediante un acto significativo, a partir de un estado-de-cosas se puede expresar una *verdad* que nos dice que ese estado-de-cosas *es* el caso. Una objetualidad, un estado-de-cosas, es una forma de *ser*, y la *verdad* nos dice que esa forma de ser *es*. Por lo tanto, para Husserl, la verdad-en-sí es correlato necesario del ser-en-sí.[18]

Para que la unidad de la ciencia sea posible, en su sentido más amplio e ideal, tiene que formular una serie de verdades que son consistentes entre sí, y estas verdades deben referirse a unos estados-de-cosas. Por lo tanto, estas verdades están deductivamente interconectadas formalmente entre sí, mientras que se refieren a una interconexión formal de objetos. Encontramos, en este caso, dos unidades, una unidad de interconexión formal entre proposiciones consistentes que se cumplen en otra unidad, la objetual. Si formalizamos las verdades y las objetualidades, es decir, sustituimos los componentes empíricos o sensibles por variables, descubrimos en la ciencia los componentes formales lógicos y los matemáticos respectivamente. De ahí descubrimos que *la lógica y las matemáticas se implican mutuamente*, son disciplinas cercanas.[19] La matemática pura, es decir, lo que llamaba Husserl “teoría de las multiplicidades”, es correlato ontológico de la lógica pura como “teoría de sistemas deductivos”.[20] Le corresponde a la lógica, como apofántica formal o teoría formal del juicio, descubrir las leyes *a priori* de la verdad de los juicios y de las relaciones deductivas entre ellos. Por otro lado, le corresponde a la matemática pura, como ontología formal o teoría formal de objeto, descubrir *a priori* las leyes de la unidad ideal de los objetos y de los estados-de-cosas.

2. Epistemología de las Matemáticas

Descubrimos estas leyes gracias al hecho de que mediante los actos objetuales se nos presentan efectivamente estados-de-cosas gracias a la *intuición sensible* y la *intuición categorial*. Por la intuición sensible se nos dan objetos sensibles. Por la intuición categorial se nos dan formas categoriales que se basan en los objetos sensibles, pero que no se reducen a lo sensiblemente dado.[21] Una objetualidad se constituye mediante un acto categorial mixto, es decir, un acto en que las formas categoriales se nos dan fundadas en los objetos sensibles.[22] Al llevar a cabo una *abstracción categorial* (formalización), se sustituyen los objetos sensibles por indeterminados (variables), y nuestra atención ahora se centra en las formas categoriales mismas. Esto es un acto categorial puro por el que se constituyen formas categoriales puras.[23]

Así como los actos objetuales constituyen objetualidades o estados-de-cosas, es a través de actos significativos que se constituyen categorías significativas, es decir, combinaciones copulativas, disyuntivas, e hipotéticas de proposiciones. También podemos incluir formas de combinación de conceptos para que se puedan formar proposiciones. En otras palabras, hablamos de una *morfología pura de los significados*, una *gramática pura*, o una *gramática universal*. Gracias a esta gramática podemos construir una infinidad de formas posibles de proposiciones o juicios. Las *leyes para evitar el sin-sentido*, son las leyes ideales que permiten

---

18 Husserl, 1913/1999, p. 190 (LU. Vol. I. §62).
19 Husserl, 1913/1999, pp. 190-193 (LU. Vol. I. §62).
20 Husserl, 1913/1999, p. 149 (LU. Vol. I. §46).
21 Husserl, 1913/1999, pp. 702-706 (LU. Vol. II. Inv. VI. §§45-46).
22 Husserl, 1913/1999, pp. 709-712, 732-733 (LU. Vol. II. Inv. VI. §§48, 60).
23 Husserl, 1913/1999, p. 733 (LU. Vol. II. Inv. VI. §60).

la formación de proposiciones significativas y la combinación de proposiciones en otras proposiciones de manera significativa.[24]

Husserl también afirma que junto a estas leyes también existen *leyes para evitar el contra-sentido* o la contradicción, que son las que permiten la interconexión deductiva de proposiciones de tal manera que éstas sean consistentes entre ellas. A esta *lógica de la consecuencia* le conciene las teorías deductivas puras para preservar verdad, tales como las teorías de inferencia.[25] Además de la lógica de la consecuencia, habría también una *lógica de la verdad*, que incluye al concepto de verdad y otros conceptos relacionados. Esto significa que cualquier interconexión entre proposiciones puede convertirse en una interconexión de *verdades* si dichas proposiciones se cumplen en sus estados-de-cosas correspondientes. Si estos juicios se contradicen formalmente, esto los excluye *a priori* de ser verdad.[26]

Finalmente, la lógica pura, en su máxima expresión es una *teoría de los sistemas deductivos*, un estrato fructífero que investiga todas las formas de todas las *posibles* teorías lógicas de manera *a priori*.[27]

En el caso de las matemáticas tenemos también tres estratos correlacionados con los niveles lógicos. Las categorías lógicas que se constituyen en todo acto objetual son *categorías formales-objetuales*, o más propiamente, *categorías formales-ontológicas*, que incluyen los conceptos de unidad, pluralidad, conjunto, número cardinal, número ordinal, relación, todo y parte, entre otros.[28] Con ellas, los objetos están interconectados de una manera específica, podemos hablar también de una *morfología de las intuiciones posibles* o una *morfología de categorías formales-ontológicas*.[29]

Basándonos en estas categorías formales-ontológicas podemos formular teorías de ser y no-ser de objetos en general y estados-de-cosas en general. En este nivel, se formula una teoría de pluralidad, basándonos en el concepto de pluralidad, una teoría de conjuntos basándonos en el concepto de conjuntos, una teoría aritmética basada en el concepto de número, y así por el estilo.[30]

Y más aún, las matemáticas en su máxima expresión, son una teoría de las multiplicidades, un estrato fructífero que utiliza los anteriores niveles, y a la misma vez formula nuevos conceptos matemáticos, o se asignan nuevos significados a símbolos, y se explora *a priori* todas las consecuencias de éstos siempre y cuando se conserve su consistencia. Aunque se inspira en Bernard Riemann, Husserl incluye como instancias de su teoría de las multiplicidades: las teorías euclideanas y no-euclideanas de *n*-dimensiones, las teorías de W. Rowan-Hamilton, la teoría de los grupos de transformación de Lie, la teoría de conjuntos de Cantor, entre otros.[31]

24 Husserl, 1913/1999, pp. 201-202, 452-468, 731-732 (LU. Vol. I. §67; Vol. II. Inv. IV. §§10-14; Vol. II. Inv. VI. §59); Husserl, 1929/1962, 51-56 (FTL. §12-13).
25 Husserl, 1913/1999, pp. 203, 459-460, 464-468 (LU. Vol. I. §68; Vol. II. Inv. IV. §§12, 14); Husserl, 1929/1962, pp. 56-58 (FTL. §§14-15).
26 Husserl, 1929/1962, pp. 58, 67-68 (FTL. §§15, 19).
27 Husserl, 1913/1999, pp. 204-205 (LU. Vol. I. §69); Husserl, 1929/1962, pp. 93-95 (FTL. §28).
28 Husserl, 1913/1999, pp. 201-203 (LU. Vol. I. §67).
29 Husserl, 1913/1999, pp. 731-732 (LU. Vol. II. Inv. VI. §59).
30 Husserl, 1913/1999, pp. 203-204 (LU. Vol. I. §68); Husserl, 1929/1962, pp.79-80 (FTL. §24)
31 Husserl, 1913/1999, pp. 205-207 (LU. Vol. I. §70); Husserl, 1929/1962, pp. 93-104 (FTL. §§28-34).

De esta manera, la lógica pura como teoría de sistemas deductivos, y las matemáticas puras como teoría de las multiplicidades forman juntas una *mathesis universalis*.[32] Esta visión de las ciencias formales se ajusta muy bien a la práctica de la lógica y de las matemáticas hoy día, y a la misma vez puede ser base para una epistemología platonista adecuada de las matemáticas. Rosado (en Hill & Rosado 2000) afirma que Husserl adelantó lo que hoy podrían considerarse realizaciones parciales de dicha teoría de las multiplicidades o *mathesis universalis* tales como teoría de categoría, el álgebra universal, la topología general, entre otras.[33] No nos olvidemos que Husserl se adelantó a varios avances tales como la teoría del todo y de las partes, y que posiblemente él haya inspirado a Stanislaw Lésniewski al desarrollo de la mereología.[34] Además que la manera que él presenta su teoría del todo y de las partes parece adelantar la estructura de un álgebra de clausura relativa y la de un espacio topológico relativo.[35]

Reconocemos las relaciones esenciales, es decir, necesarias y posibles, entre formas categoriales y proposiciones. Entra en este proceso la *intuición de esencias* o la *intuición eidética*.[36]

La interacción entre estas entidades ideales y el mundo se explica precisamente en que las matemáticas se refieren a las estructuras formales que relacionan objetos cualquiera. Las verdades lógicas, por otro lado, relacionan proposiciones para preservar verdades que se refieren a estos estados-de-cosas. Esto también da cuenta de cómo podemos intuir y percibir estas formas categoriales, ya que se nos dan fundadas en los objetos sensibles.

V. Primera Respuesta a Quine

Es con la filosofía de las matemáticas de Husserl que podemos demonstrar que las ciencias formales son esencialmente distintas a las ciencias naturales. Las pruebas mismas de que *Modus Ponens* preserva verdad y la prueba de que la raíz cuadrada de dos es un número irracional muestran que las verdades mismas que no tienen componentes empíricos o sensibles, es decir, aquellos juicios que podríamos considerar analíticos y que son evidentemente necesarios, son sólo demonstrables racionalmente. Sin embargo, para mostrar la validez de las fórmulas de la física teórica, aún cuando muchas de ellas puedan descubrirse formalmente, requieren en última instancia que se confirmen o se cumplan de alguna manera en la experiencia.

Está el componente epistemológico del cual Quine tampoco da cuenta. Encontramos, por ejemplo, que una epistemología como la husserliana puede dar cuenta perfectamente de lo que los científicos cognitivos han llamado "el sentido de número" que es una noción menos sofisticada para designar a lo que él llamaba "intuición categorial". Por ejemplo, Wynn (1992) ha demonstrado que los bebés de cinco meses de nacidos pueden llevar a cabo actos elementales de aritmética, mediante los cuales se puede determinar cómo ellos pueden seguir el rastro de *cuántos* muñecos de Mickey Mouse se le presentan ante ellos. También se ha podido determinar en experimentos semejantes que aún bebés de cinco días de nacido llevan a cabo esta operación.[37] En términos husserlianos, esto significa, en primer lugar, que el bebé debería llevar

---

32 Husserl, 1913/1999, pp. 185-187 (LU. Vol. I. §60); Husserl, 1929/1962, pp 103-107 (FTL. §§34-35).
33 p. 205.
34 Rosado, 1997, p. 384.
35 Fine, 1995, p. 475; Rosado, 1997, p. 385.
36 Husserl, 1913/1999, pp. 715-717, 732-733 (LU. Vol. II. Inv. VI. §§52, 60); Husserl 1913/1995, pp. 20-23, 30-35 (Ideas. §§3, 9-10).
37 Pinker, 2007, p. 59.

a cabo actos categoriales mixtos que constituirían para ellos estados-de-cosas. En segundo lugar, mediante intuición de esencias se darían cuenta de relaciones formales elementales necesarias entre objetos para determinar que se ha añadido o quitado un objeto.

Lo mismo ocurre en el caso de animales, que pueden llevar a cabo actos mentales para distinguir entre cantidades concretas, conjuntos pequeños y grandes, e incluso poder establecer cuál cantidad es mayor o menor que cuál.[38] En el caso de algunas civilizaciones aisladas alrededor del mundo, tales como los habitantes de las islas Murray, y las Torres Straits, ellos pueden contar hasta tres o cuatro, y más allá de eso designarlo mediante conceptos similares a "un montón de ...". Esto no es extraño, ya que desde un punto del ámbito visual, nosotros no podemos reconocer cuántos objetos hay cuando la cantidad de ellos es superior al de cuatro, a menos que se organicen dichos objetos de acuerdo con algún patrón específico, tal como encontramos, por ejemplo, en el caso de los dados.[39] A la misma vez, podemos dar cuenta de cómo podemos hacer sumas de números grandes, tales como "99,999 + 1 = 100,000", sin haber tenido experiencia alguna de ello.

VI. Las Tesis Quine-Putnam

Ahora bien, a favor de la posición holista de Quine, éste esgrime unos argumentos (en algunas medidas compartidos por Hilary Putnam) en contra de una posición platonista de las matemáticas. Ellos afirman que las verdades formales pueden ser revisadas a la luz de la experiencia. Para Quine, *todas* las proposiciones formales de un sistema lógico-matemático son en principio revisables a la luz de la experiencia recalcitrante, aunque usualmente sea preferible no hacerlo. El acercamiento de Putnam a las verdades formales es más cuidadoso, ya que él no cuestiona verdades tales como "2 + 2 = 4". Sin embargo, sí afirma que la lógica y las matemáticas han sido revisadas a la luz de la experiencia.[40]

Pues, siguiendo la línea de Katz (1998), llamaré *tesis Quine-Putnam* a las siguientes afirmaciones: primero, que las matemáticas y la lógica pueden ser revisadas a la luz de la experiencia recalcitrante o cambios en las teorías científicas; segundo, que las matemáticas existen por el hecho de que son indispensables para la ciencia.[41]

1. La Segunda Tesis Quine-Putnam: El Argumento de la Indispensabilidad

Comencemos por la segunda tesis Quine-Putnam a la que podremos responder, aunque no refutar decisivamente. Esta tesis, conocida también como el "argumento de la indispensabilidad", hace un alegato extraño. Nótese que, al igual que habían notado Leibniz y Hume en su época, las ciencias formales parecen tener validez lógicamente necesaria y universal. Por "universal", entiéndase que parecería ser verdadero en todo mundo posible. Éste parece no ser el caso de las leyes de la física. Como bien diría Hume, toda afirmación de la física, sea

---

38 Ifrah, 2000, pp. 3-4.

39 Ifrah, 2000, p. 6.

40 Quine, 1953, pp. 43-45; Putnam, 1975, pp. 124-126. Ver los comentarios de Hale (1987) sobre el punto de vista de Putnam sobre la revisability de disciplinas *a priori* (p. 143). A la tesis radical de Quine se le ha llamado equivocadamente "Tesis Duhem-Quine". Pierre Duhem nunca sostuvo el holismo tan abarcador de Quine, sino que sostuvo que sólo en el caso de la física (y *sólo* en el caso de la física) un experimento puede refutar decisivamente una hipótesis, sino a todo un grupo teorético (Duhem, 1991, pp.180-188). Ver las críticas de Gillies (1993) en torno a la mal-llamada "Tesis Duhem-Quine" (pp. 98-99).

41 p. 50.

teoría, hipótesis o ley, siempre podría ser de otra manera en cualquier otro mundo. Sería extraño, pues, alegar que las validez de unas disciplinas cuyas afirmaciones y pruebas serían válidas en todo mundo posible, dependa de disciplinas cuyas afirmaciones sean, como diría Karl Popper, conjeturas tentativamente adoptadas y sujetas a ser falsadas en cualquier momento por la experiencia.[42]

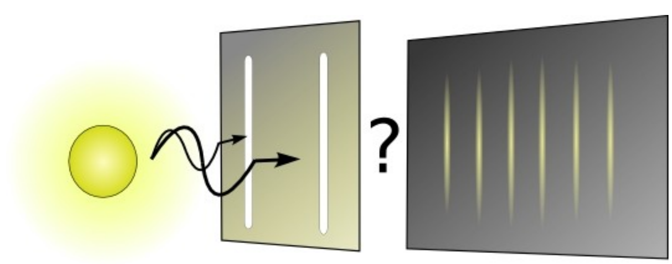
A fin de cuentas, tan firmes son estas leyes lógico-matemáticas, que en la práctica científica queda inmediatamente descartada la posibilidad de ser falsadas. Un ejemplo de Hempel (2001) ilustra esto de manera bien sencilla. ¿Cómo podremos imaginar un caso en que se pueda refutar una verdad matemática? Tomemos la afirmación aritmética “3 + 2 = 5” y concedamos que pueda ser revisable por la experiencia. Si vemos a unos microbios bajo un microscopio y los contamos, primero tres y después dos, y después de un tiempo cuando los contamos todos nos da seis, ¿podemos decir que se ha refutado por primera vez la afirmación “3 + 2 = 5”? Seguro que no. Más bien supondríamos que algún microbio se reprodujo, o que al principio contamos mal, pero ciertamente no concluiremos la falsedad de dicha verdad matemática.[43]

2. *La Primera Tesis Quine-Putnam*

Esto nos lleva a la primera tesis Quine-Putnam, la posibilidad de revisar las verdades lógicas y matemáticas a partir de la experiencia recalcitrante. De acuerdo con Hilary Putnam, y con el Quine de “Dos dogmas del empirismo”, la creación de la lógica cuántica representa una revisión de la lógica.[44] Es más, de acuerdo con Putnam y otros, la teoría general de la relatividad revisó la geometría.[45] Veamos cuidadosamente cada uno de estos casos.

Una de las leyes de la lógica clásica parece no cumplirse en el mundo de la mecánica cuántica tales como una de las leyes distributivas:

$$(\alpha \wedge (\beta \vee \gamma)) \leftrightarrow ((\alpha \wedge \beta) \vee (\alpha \wedge \gamma))$$



Ilustración

Si tomamos el famoso experimento de las dos ranuras (véase ilustración), podemos observar la característica ondulatoria que tiene la luz, ya que se forma un patrón de interferencia en la pantalla. Sin embargo, cuando pensamos en la luz como resultado de la emisión de pequeños paquetes de energía (fotones), no se explica cómo se forma el patrón de interferencia en la pantalla. Al menos, de acuerdo con nuestra experiencia de lo que son partículas, no debería aparecer este patrón. Si cubrimos una de las ranuras, desaparece este patrón en la pantalla, si se

42 Véase una crítica más detallada en Hill & Rosado, 2000, p. 269.
43 p. 4.
44 Quine, 1953, p. 43; Putnam, 1975, p. 248.
45 Putnam, 1975, p. 174.

abre denuevo, entonces vuelve a aparecer. Dicen algunos físicos cuánticos que parecería que *uno* y el mismo fotón pasa por ambas ranuras para mostrar el patrón de interferencia.

Llevemos esto a nivel lógico. Supongamos que p es la proposición "El fotón pasa por la región R de la pantalla", q la proposición "el fotón pasó por la ranura 1" y q' la proposición "el fotón pasó por la ranura 2". Si el fotón pasa por la ranura 1 *y* la ranura 2, veremos el patrón de interferencia. Esto significa que la siguiente proposición que utiliza las leyes de distribución tiene que ser falsa:

$$(p \wedge (q \vee q')) \leftrightarrow ((p \wedge q) \vee (p \wedge q'))$$

Por lo tanto, hemos visto una instancia en que la experiencia recalcitrante ha demonstrado la falsedad de las ley clásica de distribución.

En primer lugar, hay que señalar que uno de los argumentos en contra de esta línea de pensamiento la propuso el mismo Quine, ya que desde un punto de vista puramente pragmático, estas lógicas alternativas tales como la cuántica y las lógicas polivalentes, complican más que lo que simplifican las teorías científicas. También señaló que la redefinición de las conectivas lógicas de acuerdo al fenómeno cuántico sería "cambiar el tema". En la lógica clásica, el significado de las conectivas se basan en los valores veritativos "verdadero" y "falso". La lógica cuántica no se basa en valores veritativos. Por lo tanto, difícilmente se podría considerar una refutación de la lógica clásica. Si acaso sería solamente una lógica alternativa, pero no una refutación de la clásica.[46]

Al margen de esta crítica de Quine, podríamos añadir que en el caso de la lógica cuántica se hace un ejercicio cuestionable: tomamos las teorías científicas cuánticas cuyo contenido es conocido *a posteriori*, y las convertimos en una especie de leyes *a priori* de la mecánica cuántica.

Habría que mencionar también el hecho de que todo esto parte de una premisa que es en el fondo teórica, y por ende, *tentativa y sujeta a ser refutada por la experiencia*, a saber, que la razón de por qué un fotón no sigue las leyes distributivas se debe a que *un* sólo fotón pasa por dos ranuras. Esta premisa no tiene en consideración la posibilidad de que posteriormente se formule alguna teoría científica que resuelva lo que es hoy día un misterio cuántico.

Además, aún suponiendo que esta premisa particular sea correcta, y aún suponiendo que la disyunción en cuestión tiene el mismo sentido que la de la lógica clásica, no debemos olvidar que la disyunción en las leyes distributivas es *inclusiva*. Por lo tanto, el hecho de que un fotón pasa por dos ranuras es consistente con estas leyes.

Finalmente, debemos señalar que la lógica cuántica, a estas alturas, todavía no ha ayudado a aclarar los fenómenos cuánticos. Todo lo que ésta ha hecho es transferir los misterios de la física cuántica al ámbito lógico.[47] Desde un punto de vista epistemológico, la lógica cuántica es inútil.

No podemos olvidar el alegato de que las matemáticas han sido revisadas por la "experiencia recalcitrante" en el caso de la geometría no-euclideana y la teoría general de la relatividad. Quiero demonstrar que esta creencia que no pocos filósofos sostienen es sencillamente incorrecta.[48] De acuerdo con esta creencia, la demonstración de la validez de la geometría no-

46 Quine, 1970, 83-86.
47 Véase esta crítica en Curd & Cover, 1998, p. 380.
48 Véase Gillies, 1993, 115.

euclideana se sostiene en gran medida como resultado de que Einstein descubriera que el espacio-tiempo no es euclideano, sino más bien no-euclideano.

Sin embargo, cuando estudiamos las raíces de la geometría no-euclideana, esto dista mucho de ser la verdad. Primero, fue durante el siglo dieciocho que el sacerdote jesuita Gerolamo Saccheri descubrió accidentalmente que si se negaba el llamado "axioma de las paralelas", una geometría no-euclideana era lógicamente posible. Contrario a lo que él esperaba, no puede utilizarse la regla de reducción al absurdo para mostrar que el axioma de las paralelas era un axioma absolutamente necesario para la geometría. Más tarde, Carl Friedrich Gauss descubre que es legítimo plantear la existencia diversos espacios matemáticos, y diversas geometrías no-euclideanas. Durante el siglo diecinueve le tocó a János Bolyai, Nikolai Lobachevsky y Bernard Riemann elaborar estas diversas geometrías tales como la geometría hiperbólica y la geometría elíptica. Habría que señalar también que para 1892, ya Edmund Husserl había reconocido la validez *a priori* de la geometría no-euclideana. Su noción de teoría de las multiplicidades se inspira en gran parte por la teoría de la multiplicidad riemaniana.[49] La filosofía husserliana de la teoría de las multiplicidades se formuló para dar cuenta de la validez *a priori* de la geometría no-euclideana entre otros desarrollos matemáticos de la época.

En todo este proceso, ¿hubo algún descubrimiento científico-natural que revisó o cambió la geometría clásica euclideana para "falsarla"? Evidentemente no. Toda esta revisión de la matemática fue motivada por problemas *dentro* de esa disciplina, sin intervención alguna de las ciencias naturales. Albert Einstein, al descubrir, mediante la teoría especial de la relatividad, que nada puede viajar más rápido que la rapidez de la luz, necesitaba dar cuenta de la manera en que la fuerza gravitacional se comporta. Bajo la mecánica newtoniana se decía que la fuerza gravitacional entre objetos era instantánea, lo cual sería imposible si el límite de influencia gravitacional de una masa sobre otra es la rapidez de la luz. Él estaba familiarizado con las afirmaciones filosóficas de Henri Poincaré de que es lógicamente posible escoger una geometría no-euclideana como manera de simplificar una teoría científica, aunque desde su punto de vista esta posibilidad era remota dado el hecho de que la geometría del mundo es euclideana.[50] Einstein (1983), contrario al consejo de Poincaré, adoptó la geometría no-euclideana para poder explicar de una manera más simple cómo el espacio-tiempo cambia de acuerdo con la presencia de la masa y la energía, y cómo la fuerza producida por este cambio tiene como límite la rapidez de la luz. Lo único que hizo Einstein fue utilizar la geometría no-euclideana como un modelo matemático para poder simplificar su teoría general de la relatividad, cosa que no hubiera ocurrido si se hubiera mantenido con la geometría euclideana.[51]

De paso, también es necesario aclarar que la geometría no-euclideana *no* falsó la geometría euclideana. La geometría euclideana mantiene su validez en un espacio euclideano. Sin embargo, éste se considera en la matemática contemporánea uno de una infinidad de espacios matemáticos posibles.

VII. Conclusión

Hemos visto, pues, que el alegato de que ha habido instancias en las que se ha revisado la lógica y la matemática a partir de la experiencia es falso. Si acaso, ha habido revisión en la

49 Rosado, 2006, pp. 209-211; Rosado, 2008b, p. 31.
50 Poincaré, 1952, pp. 50, 64-71.
51 pp. 33-35, 39.

lógica en el sentido de que puede considerarse la posibilidad de desarrollar lógicas polivalentes, o conectivas lógicas más allá de las tradicionales, lógica de primer orden, y la lógica de segundo orden. En el caso de las matemáticas, ha habido revisiones tales como la introducción de números imaginarios, números irracionales, conjuntos, espacios de *n*-dimensiones, espacios no-euclideanos, y así sucesivamente. Sin embargo, no ha habido en ninguno de estos casos revisiones causadas de alguna manera por la experiencia recalcitrante. Es más, las pruebas y descubrimientos matemáticos hechos antes de introducir estos conceptos, permanecieron en gran medida válidos. Lo que sí se revisaron fueron las convicciones de que o una geometría no-euclideana no era posible, o que las raíces de números negativos no tenía sentido, o que sólo la lógica bivalente clásica es válida.

Así que podemos ver que carecen de fundamento las tesis Quine-Putnam y el punto de vista holista de Quine, que elimina la distinción entre juicios analíticos y sintéticos. Por otro lado, una visión platonista de las matemáticas, en este caso de la modalidad husserliana, es lo suficientemente rica como para ser una base filosófica para comprender mejor la relación entre las ciencias formales y las ciencias naturales, y poder estudiar con más detenimiento y precisión el tema de la subdeterminación de las ciencias.

Referencias

Curd, M. & Cover, J. A. (Eds). (1998). *Philosophy of science: the central issues*. NY: W. W. Norton & Company.

Duhem, P. (1991). *The aim and structure of physical theory*. (P. P. Wiener, Trad.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Einstein, A. (1983). *Sidelights on relativity*. Dover Publishers.

Fine, K. (1995). Part-whole. En B. Smith & D. W. Smith (Eds.) *The Cambridge companion to Husserl*. (pp. 463-486). US: Cambridge University Press.

Frege, G. (1999). *The foundations of arithmetic*. Evanston, IL: Northwestern University Press. (Obra original publicada en 1888).

Gillies, D. (1993). *Philosophy of science in the twentieth century: four central themes*. Oxford and Cambridge: Blackwell.

Hempel, Carl G. (2001). On the nature of mathematical truth. En J. H. Fetzer (Ed.), *The philosophy of Carl G. Hempel*. (pp. 3-17). Oxford University Press.

Hill, C. O. & Rosado, G. E. (2000). *Husserl or Frege? Meaning, objectivity, and mathematics*. US: Open Court.

Husserl, E. (1962). *Lógica formal y lógica trascendental*. (L. Villorio, Trad.) México: Centro de Estudios Filosóficos, Universidad Nacional Autónoma de México. (Original work published in 1929).

Husserl, E. (1973). *Experience and judgment*. (J. S. Churchill & K. Ameriks, Trads.). London: Routledge and Kegan Paul. (Original work published in 1939).

Husserl, E. (1995). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica*. (J. Gaos, Trad.) México: Fondo de Cultura Económica.

Husserl, E. (1999). *Investigaciones lógicas*. Vols. 1-2. Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1913).

Ifrah, G. (2000). *The universal history of numbers: from prehistory to the invention of the computer*. John Wiley & Sons.

Kant, I. (2003). *Crítica de la razón pura*. (M. García y M. Fernández, Trad.) México: Editorial Porrúa. (Obras originales publicadas en 1781 y 1787).

Katz, J. (1998). *Realistic rationalism*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Katz, J. (2004). *Sense, reference, and philosophy*. US: Oxford University Press.

Pinker, S. (2007). *The language instinct: how the mind creates language*. New York: Harper Perennial.

Poincaré, H. (1952). *Science and hypothesis*. US: Dover Publications.

Putnam, H. (1975). *Mathematics, matter and method: philosophical papers*. (Vol. I). Cambridge: Cambridge University Press.

Rosado, G. E. (1997). Edmund Husserl: a philosophy for all seasons? *Modern Logic. 7*. 3/4, 380-395.

Rosado, G. E. (2006). Husserl's philosophy of mathematics: its origin and relevance. *Husserl Studies. 22*. 193-222.

Rosado, G. E. (2008a). Husserl on analyticity and beyond. *Husserl Studies. 24*, 131-140.

Rosado, G. E. (2008b). *The young Carnap's unknown master: Husserl's influence on* Der Raum *and* Der Logische Aufbau der Welt. England: Ashgate.

Quine, W. V. O. (1953a). Two dogmas of empiricism. *From a logical point of view*. (pp. 20-46). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Quine, W. V. O. (1953b). On what there is. *From a logical point of view*. (pp. 1-19). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Quine, W. V. O. (1970). *Philosophy of logic*. Cambridge: Harvard University Press.

Wynn, K. (1992). Addition and subtraction in human infants. *Nature*. *358*, 749-750.