Revista Semestral ISSN: 0798-4324 Depósito Legal: pp198102DF423

# EPISTEME NS

**Revista del Instituto de Filosofía**

**21**

*Enero - Junio*
*Nº 1*
*2001*

*Universidad Central de Venezuela*
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN

# EPISTEME NS

*semestral*





***Los números de EPISTEME NS salen alternativamente dedicados a temas de Filosofía e Historia de la Filosofía (Serie Azul) y de Lógica y Filosofía de la Ciencia (Serie Roja). Números especiales (Serie Gris).***

| | | |
|---|---|---|
| Suscripción anual | para Venezuela: | Bs. 12.000. |
| | para el Exterior: | U.S. $ 25. |
| Precio especial de este ejemplar: | | Bs. 5.500. |

Favor enviar cheque pagadero a la orden de Ingresos propios de la Facultad de Humanidades y Educación de la UCV a la siguiente dirección: Instituto de Filosofía. Apartado 47342. Caracas 1041–A. Venezuela.

# EPISTEME NS

EPISTEME NS es una revista de crítica e investigación en filosofía, abierta a todas las corrientes y estilos de pensamiento y a la reflexión en todos los ámbitos del saber filosófico, sin más requisitos que la originalidad, seriedad y rigor argumentativos. Los números salen alternativamente dedicados a temas de Filosofía, Historia de la Filosofía y Filosofía Social (Serie Azul) y de Lógica, Análisis del Lenguaje y Filosofía de las Ciencias (Serie Roja), además de las ediciones especiales (Serie Gris). La Revista, de periodicidad semestral y arbitrada según los procedimientos *ad usum*, es una publicación de circulación internacional, en doble formato, impreso y en línea, indexada en *The Philosopher Index* y en *Revencyt*, y registrada en *Ulrich´s International Periodical Directory*, por lo que todas las colaboraciones deben ser inéditas y ser enviadas por triplicado para ser sometidas a la consideración del Comité de arbitraje. Los trabajos podrán ser de tres tipos: Artículos (no deben exceder de 10.000 palabras), Notas y Discusiones (5.000 palabras) y Reseñas. Los Artículos y las Notas y Discusiones deben ser presentados en cuartilla tamaño carta a doble espacio con notas a pie de página (en disquete compatible con IBM en Word 6.0 para Windows o superior) y deberán ir acompañados de sendos resúmenes, en inglés y en castellano, de una extensión no mayor de diez (10) líneas, acompañados de tres palabras claves.

Las contribuciones, correspondencia, libros y revistas para recensión deben ser enviados a: Editor, EPISTEME NS, UCV, apartado postal 47342, Caracas 1041–A–Venezuela.

Para el acceso en línea: www.ucv.ve/humanitas.htm

EPISTEME NS/Revista del Instituto de Filosofía Vol. 21, No. 1 (Enero–junio 2000). Caracas: Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación, 1981.
V./ 22 cm.
2 veces al año.
Continúa: Episteme
Título de cubierta.
Director–fundador: 1981 – Juan David García Bacca
Director: 2000 – Miguel Ángel Briceño G.
ISSN: 0798–4324
1. Filosofía – Publicaciones periódicas.
Depósito Legal: pp198102DF423

Este número de la revista se publica gracias a la colaboración de la Prof. Marisa Kohn de Beker, y bajo los auspicios del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela.

Diseño de Portada
Lic. José Bifano


Impreso en el año 2001 en
FEPUVA–UCV
Caracas–Venezuela

EPISTEME NS

Volumen 21, Nº 1, 2001

Contenido

## Lógica

EPISTEME NS, Vol. 21, Nº 1, 2001, pp.1–12

JESÚS F. BACETA

# ¿QUÉ ES UNA VARIABLE?

*Resumen:* En esta nota recreamos el procedimiento de Quine para la eliminación de variables, y su explicación de lo qué es una variable, para luego considerar cómo se reformula el criterio de compromiso ontológico una vez que se ha llevado a cabo tal eliminación.

*Palabras claves:* ontología, functores predicativos, lenguaje regimentado.

# WHAT IS A VARIABLE?

*Abstract:* In this note we recreate the procedure of Quine for the elimination of variables, and their explanation of the what is a variable, to pass to consider how the ontologic commitment is formulated once it has been carried out such an elimination.

*Keywords:* ontology, predicative functors, normal languages.

Russell mostró, mediante la teoría de las descripciones, que una oración en la que aparece uno o varios nombres puede ser sustituida por otra oración descriptiva en la que no aparecen tales nombre. Así, el que figure un sustantivo como sujeto gramatical de una oración no indica que nuestro lenguaje supone la existencia de lo nombrado, ya que es posible negar la existencia de aquello que es nombrado mediante una descripción. De tal manera Russell indicó que no todo lo nombrado existe y que la referencia objetiva, que antes recaía en el nombre, había de buscarse en las frases descriptivas. Como las descripciones también pueden ser eliminadas a favor de expresiones más amplias que sólo contienen variables, Quine observó que la referencia objetiva recae en las variables ligadas a los cuantificadores, y complementó tal afirmación indicando que a todo nombre, por inanalizable que sea, corresponde al menos una descripción: aquella según la cual existe al menos un individuo idéntico al nombrado. Propuso, entonces, su famoso criterio de compromiso ontológico: "…una teoría asume una entidad si, y sólo si, esta entidad debe incluirse entre los valores de las variables para que los enunciados afirmados en la teoría sean verdaderos"[1]; "ser es el ser de una variable ligada"[2]. Colateralmente con ello mostró que un lenguaje regimentado[3] puede carecer de nombres, sin perder el poder expresivo del que los tiene. Pero, ¿puede carecer un lenguaje regimentado de todo tipo de términos singulares? ¿Puede carecer de variables sin perder su poder expresivo? ¿Qué es una variable? Y, si se pueden eliminar, ¿dónde se trasladan los presupuestos ontológicos de un lenguaje?

En esta nota recreamos el procedimiento de Quine para la eliminación de variables, y su explicación de lo

1 Quine, W. V. O, «On what there is», *Review of Methaphysics,* 2 (1948), 21–38; Trad. esp., «Acerca de lo que hay», [1948] en *Desde un punto de vista lógico,* Barcelona, Orbis, 1984 (1953/1962), p. 154.

2 Quine, W. V. O, «La lógica y la reificación de los universales» [1947] en *Desde un punto ...,* cit., p. 42.

3 Recuérdese que un *desideratum* de la empresa de Quine es que las estructuras lógicas en el lenguaje deben ser transparentes; esto es, han de preservar la sustitución *salva veritate.* Por ello tales lenguajes están construidos dentro de una estructura de la teoría de la cuantificación clásica, o lógica de predicados. En los lenguajes regimentados las sentencias simples son predicaciones, formadas a partir de predicados y cadenas de variables. Las sentencias compuestas se construyen sobre tales predicaciones por el uso repetido de sólo tres dispositivos: 'no', 'y', los prefijos de existencia o cualesquiera equivalentes a estos tres. No hay restricción alguna sobre la clase de objetos considerados, bien números, o personas; el universo puede concebirse ampliamente o estrechamente, pero es el mismo para cada prefijo de existencia. Un lenguaje construido así está listo para el trabajo científico y metafísico serio. Los lenguajes regimentados difieren entre sí sólo en la cantidad de predicados y en cómo el universo es escogido.

qué es una variable, para luego considerar cómo se reformula el criterio de compromiso ontológico una vez que se ha llevado a cabo tal eliminación.

En 1959 Quine propuso un álgebra universal de predicados[4], comprendida por seis sencillos operadores, que permiten eliminar, mediante procedimientos combinatorios, todas las variables de una sentencia dada en un lenguaje regimentado. Presentamos los operadores y explicamos brevemente cómo se opera con ésta lógica general que está desprovista de variables.

Quine considera 6 operadores sobre predicados, llamados functores predicativos, 4 no—lógicos y 2 lógicos, donde 'F' representa cualquier predicado n-ádico[5]:

Functores predicativos no—lógicos.

Eliminación: $(EF)x_1 \ldots x_{n-1}$ si, y sólo si, hay algún $x_n$ tal que $Fx_1 \ldots x_n$.

$$\begin{cases} \textit{Inversión mayor:} (\text{Inv F})x_1 \ldots x_n \text{, si, y sólo si, F}x_n x_1 \ldots x_{n-l}. \\ \\ \textit{Inversión menor:} (\text{inv F})x_1 \ldots x_n \text{, si, y sólo si, F}x_1 \ldots x_{n-2}\, x_n\, x_{n-l} \end{cases}$$

*Reflexión:* $(\text{Ref F})x_1 \ldots x_{n-1}$ si, y sólo si, $Fx_1 \ldots x_{n-1} x_{n-1}$.

*Functores predicativos booleanos:*

*Negación:* $(\text{Neg F})x_1 \ldots x_m$ si, y sólo si, es falso $(Fx_1 \ldots x_m)$

---

4 Vid. Quine, W. V. O., «Eliminating variables without applying functions to functions», *Journal of Symbolic Logic,* 24, (1959), pp. 324–325, ampliado en «Variables explained away», *Proceedings of American Philosophical Society,* 104 (1960), pp. 343–347. Reimpreso en Quine, W. V. O., *Selected Logic Papers,* Cambridge, Harvard Univ. Press, 1995, pp. 227–235.

5 En este contexto, un predicado de *n* lugares (*n-ádico*) es un signo que vincula una serie de n individuos para hacer una sentencia; y la sentencia así formada es llamada una predicación.

*Producto cartesiano:* (F ⊗ G)$x_1 \ldots x_m y_1 \ldots y_n$ si, y sólo si, F$x_1 \ldots x_m$ y G$y_1 \ldots y_n$.

Veamos como operan los functores predicativos. Apliquemos la eliminación a un predicado monádico para producir un predicado 0-ádico, o sentencia, que simplemente afirma existencia. La oración: 'Hay perros', esto es 'Hay un $x_1$ tal que P$x_1$' se simboliza usando el operador de eliminación: 'EP'. Considérese ahora la predicación: '*x ama a alguien*'. Usando el operador de eliminación obtenemos: 'E A$x_1$' que corresponde en nuestra lengua al gerundio de amar, amando; así 'E A$x_1$' se semeja a 'amando algo'. La predicación: 'alguien ama a alguien', esto es, 'Hay un $x_1$ y un $x_2$ tal que A$x_1x_2$', se transforma, aplicando eliminación dos veces, en: 'E E A'.

La inversión puede describirse como una transformación que pasa a un verbo transitivo, o predicado diádico, de la forma activa a la pasiva: '(Inv A)$x_1x_2$' significa que 'A$x_2x_1$'. Así se puede representar 'Algún $x_2$ es tal que A$x_2x_1$' como 'Algún $x_2$ es tal que (Inv A)$x_1x_2$', después de lo cual se puede apelar a la eliminación y obtener '(E Inv A)$x_1$', totalmente desprovisto del prefijo de existencia y su '$x_2$'. La inversión corresponde a nuestro uso del participio. Así, si 'A$x_2x_1$' se interpreta como '$x_2$ ama a $x_1$', '(Inv A)$x_1x_2$' significa '$x_1$ es amado por $x_2$'.

Para la transformación de: 'Algún $x_1$ es tal que A$x_1x_1$' usamos el operador llamado reflexión que convierte el predicado diádico 'A', en el predicado monádico 'Ref A', 'amarse' o 'amar a sí mismo', cuyo verbo siempre está en infinitivo. Así '(Ref A)$x_1$' significa 'A$x_1x_1$'. Entonces en lugar de 'Algún $x_1$ es tal que A$x_1x_1$' se puede escribir 'Algún $x_1$ es tal que (Ref A)$x_1$' y de ahí simplemente 'E Ref A'.

Compliquemos un poco más las cosas y consideremos la predicación: 'Hay un $x_1$ y un $x_2$ tal que F$x_2x_1x_2x_1$'. Se transforma primero la parte 'F$x_2x_1x_2x_1$'

en '(inv F)$x_2x_1x_1x_2$', de ahí '(Inv inv F)$x_1x_1x_2x_2$', y por lo tanto, '(Ref Inv inv F)$x_1x_1x_2$', reduciendo la sentencia entera a:

'Algún $x_1$ es tal que (E Ref Inv inv F)$x_1x_1$',

que a su vez se reduce a:

'E Ref E Ref Inv inv F'

Más generalmente, podemos decir de los cuatro operadores no—lógicos que ellos permiten que nos libremos de los prefijos de existencia y de sus variables siempre que, como en los ejemplos anteriores, sólo esté la existencia prefija y una predicación. El razonamiento es como sigue. Se ve fácilmente que la inversión mayor y menor basta para permutar cualquier número de individuos en cualquier orden deseado; y la reflexión basta, entonces, para resolverse las repeticiones, cuando ellas se permutan a la posición final. Finalmente la eliminación da cuenta de cada prefijo de existencia y de su variable en posición terminal.

Al considerar la existencia prefija en las sentencias que se componen de funciones lógicas tenemos que operar, adicionalmente, con los functores predicativos booleanos. Por ejemplo, considérese la frase 'Algunos hombres no leen revistas'. En el lenguaje regimentado es:

'Hay un $x_1$ tal que (H$x_1$ y algún $x_2$ es tal que R$x_2$ y es falso L$x_1x_2$)',

para las interpretaciones obvias de 'H', 'R', y 'L'. Ahora la parte 'R$x_2$ y L$x_1x_2$' se transforma consecutivamente así:

'(R $\otimes$ L)$x_2x_1x_2$' 'Inv(R $\otimes$ L)]$x_1x_2x_2$' '[Ref Inv(R $\otimes$ L)]$x_1x_2$'.

La sentencia entera 'Algunos hombres no leen revistas' se transforma, entonces, en:

'Algún $x_1$ es tal que $\{Hx_1$ y no $[E\ Ref\ Inv(R \otimes L)]\ x_1\}$'

que puede transformarse en:

'Algún $x_1$ es tal que $[H \otimes Neg\ E\ Ref\ Inv\ (R \otimes L)]x_1x_1$'

y finalmente en:

'$E\ Ref\ [H \otimes Neg\ E\ Ref\ Inv\ (R \otimes L)]$'.

Esto es una ilustración de cómo podrían eliminarse las variables de las teorías serias. Realmente es más: ya es una solución del caso general. Algunas traducciones ilustrativas clarificarán este punto.

Los prefijos de existencia son suficientes para excluir los prefijos de generalidad. Así considérese el prefijo de generalidad 'Todo número x es tal que'. Usando 'no' y un prefijo de existencia se puede parafrasear como 'es falso que algún número x no es tal que'.

Los prefijos de existencia también son suficientes para excluir los prefijos de descripción singular. Así considérese la descripción singular 'el número x tal que x + x = x'. Siempre que se usa, se usa con una u otra sentencia que dice algo más sobre el número descrito, por ejemplo, que éste es menor que 1. Ahora en lugar de decir que el número x, tal que x + x = x, es menor que 1, se puede acudir a un prefijo de existencia y se puede decir simplemente que algún número x es tal que x + x = x y x < 1. Si con el 'el' de la descripción singular también se quiere afirmar la singularidad –que sólo un número x es tal que x + x = x– se puede agregar una sentencia a tal efecto. Finalmente, también se puede formular sin usar otras variables que aquellas relacionadas con los prefijos de existencia.

Otro aspecto económico del álgebra de Quine es que, aparte de los prefijos de existencia, sólo reconoce 'no' e 'y' como los medios para construir sentencias a partir de sentencias. Estamos familiarizados con que 'no' e 'y' puede hacer el trabajo de varios conectivos en las sentencias: 'p o q' se entiende como 'no (no p y no q)', y 'si p entonces q' como 'no (p y no q)'. Éstas y otras reducciones que se han llamado la forma normal son familiares a los lógicos. Todas las ramas de la matemática clásica pueden transcribirse en tal forma normal, como todas las otras ramas teóricas que vinculan una formulación científica explícita. Esto ha sido dicho muchas veces por la literatura sobre la reglamentación estrictamente lógica de la matemática y de otros discursos científicos.

Todavía se dirá que sobreviven las variables en los operadores predicativos 'no' e 'y'. Pero se puede negar esto, porque 'Neg' y '⊗' son aplicados a predicados 0-ádicos, es decir, a sentencias.

Se ha probado que las variables son dispensables, en principio, y que se las puede reemplazar por ciertos operadores adaptados y bien elegidos, comparables a nuestros verboides. Debemos uno de los métodos para llevarlo a cabo a Schönfinkel, cuyas ideas desarrolló Curry con el nombre de lógica combinatoria[6].

---

6 El álgebra de Quine está basada en la primera eliminación general de variables, llevada a cabo por Schönfinkel en 1924 [Vid. Schönfinkel, M.: «Ueber die Baustiene der mathematischen Logik», *Mathematische Annalen,* 92 (1924), pp. 305–316. Trad. inglés en: Heijenoort, J. van (ed.), *From Frege to Gödel, A source Book in Mathematical Logic, 1879–1931,* Cambridge, Harvard Univ. Press, 1967]. Los operadores de Schönfinkel operan entre ellos y entre si, considerando que los de Quine sólo operan sobre los predicados originales y, por tanto, en los predicados derivados por los operadores. Schönfinkel presupone un universo abstracto equivalente a una teoría generalizada de conjuntos, considerando que Quine no hacen ninguna demanda ontológica. Se ha hecho a lo largo de la línea seguida por Schönfinkel mucha

La razón de ser de la eliminación de variables no es por motivos pragmáticos de facilidad de uso, sino que basta, aunque sea de manera torpe, para mostrar que hay un álgebra con un mínimo de operadores que cumplen la misma función. El hecho de saber esto significa comprender mejor que antes el papel específico de los pronombres y de las variables.

El álgebra para la eliminación de la variables propuesta por Quine ha mostrado que las variables son reducibles, en su estado más pedestre, a meras cuestiones de orden y repetición de referencia[7]. Lo cual

---

investigación, principalmente por Curry (vid. Curry, H. B. y Feys, R., *Lógica combinatoria*, Madrid, Tecnos, 1967).

7 Dice Quine, "Bernays había admitido una infinidad de functores de permutación. Yo los reduje a dos. George Myro me demostró en 1971 que bastaba con un functor, 'Perm'… [(Perm F) $x_1 x_3 \ldots x_n x_2 \equiv$ F $x_1 \ldots x_n$.]

Considérese ahora la colección infinita de functores de *retroceso* '$\text{Ret}_i$' tales que:

($\text{Ret}_i$ F)$x_i x_1 x_2 \ldots x_{i-1} x_{i+1} \ldots x_n \equiv$ F $x_1 \ldots x_n$.

Al aplicar '$\text{Ret}_i$' a un predicado $n$-ádico, '$\text{Ret}_i$' hace retroceder al $i$–ésimo argumento a la posición inicial. '$\text{Ret}_2$', que se aplica a predicados diádicos, es nuestro familiar functor de inversión; si lo aplicamos respectivamente a 'padre de' y a 'menor que' produce 'hijo de' y 'menor que', en este orden. '$\text{Ret}_1$' es inútil; este functor deja las cosas como estaban.

Ahora bien, lo que Myro me demostró fue que '$\text{Ret}_i \, F_n$' es definible como:

Perm ($n - i$ veces) $\exists$ Perm ($i - 1$ veces) Infl $F_n$

['Infl' es una operación contraria a *eliminar,* llamada *inflar,* que convierte predicados $n$–ádicos en predicados ($n$+1)–ádicos, en general, (Infl F) $x_0 \ldots x_n \equiv$ F$x_1 \ldots x_n$.]

El razonamiento es el siguiente:

F$x_1 \ldots x_n$. $\equiv$ (Infl F) $x_0 \ldots x_n$

$\equiv$ (Perm Infl F) $x_0 x_2 \ldots x_n x_1$

$\equiv$ (Perm Perm Infl F) $x_0 x_3 \ldots x_n x_1 x_2$

……

$\equiv$ (Perm ($i$–1 veces) Infl F) $x_0 x_i \ldots x_n x_1 \ldots x_{i-1}$

$\equiv$ ($\exists$ Perm ($i$–1 veces) Infl F)$x_i \ldots x_n x_1 \ldots x_{i-1}$

$\equiv$ (Perm $\exists$ Perm ($i$–1 veces) Infl F) $x_i x_{i+2} \ldots x_n x_1 \ldots x_{i-1} x_{i+1}$

……

$\equiv$ (Perm ($n - i$ veces) $\exists$ Perm ($i$–1 veces) Infl F) $x_i x_1 \ldots x_{i-1} x_{i+1} \ldots x_n$." *Del estímulo a ...,* op. cit, p. 117–8.

Así los cuatro functores predicativos no–lógicos presentados en "Variables explained away" pueden ser sustituidos por el conjunto mínimo de los cuatro functores predicativos no–lógicos presentados en *Del estímulo a ...,* cit., a sasustenta el que se consideren mejor las variables como un pronombre abstractivo: un dispositivo para marcar las posiciones en una sentencia, con la finalidad de resumir el resto de la sentencia como un predicado. En efecto, podemos hacer evidente su carácter pronominal si observamos que '($x$) ($x = x$)' puede leerse en la forma 'Todo objeto es tal que *él* es idéntico a *él*'. Mientras que el cuantificador '($x$)' corresponde a las palabras 'todo objeto es tal que', la variable '$x$' corresponde, en los lugares posteriores al cuantificador, al pronombre 'él'. En otros ejemplos el pronombre puede ser 'le' en lugar de 'él', pero siempre es un pronombre que se refiere a las palabras 'todo objeto'. Por tal motivo, Quine llamó a las variables *pronombres lógicos.*

Cuando las variables quedan fuera de juego es como si hubiera un dispositivo que permite resumir un predicado deseado exhibiendo la sentencia del predicado con los espacios en blanco para la variable. Considérese, por ejemplo, las sentencias existenciales 'Algún número x es tal que x es primo' y 'Algún número x es tal que $x^3 = 3x$'. La variable será eliminada del primero: se puede decir simplemente 'Algún número es primo', porque en 'x es primo' el predicado 'es primo' se aplica a lo que indica el dominio de la variable. La variable también puede eliminarse del segundo ejemplo: se puede decir 'Algún número da el mismo resultado cuando es elevado al cubo como cuando se triplica', representando así el predicado complejo '$x^3 = 3x$' con una pizca de ingeniosidad verbal. En los ejemplos más complejos, finalmente, el uso de 'x' es la manera más práctica de resumir la clase de predicado

---

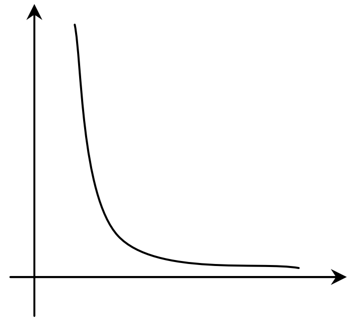
ber, '∃', 'Infl', 'Perm' y 'Refl', los cuales son más apropiados para hablar de restricciones ontológicas y de ontologías hinchadas (vid. Quine, W. V. O: *Ways of Paradox and Other Essays,* Cambridge, Massachusetts, Harvard, edición ampliada, 1976, p. 282–321). En ambos trabajos los functores predicativos lógicos son la negación y el producto cartesiano o conjunción. En total una economía de 6 functores predicativos ante los infinitos propuestos por Bernays.

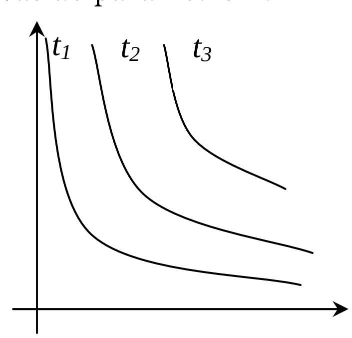
que se está intentando decir que algún número cumple.

Si consideramos a las variables como un dispositivo para marcar las posiciones en una sentencia, con la finalidad de resumir el resto de la sentencia como un predicado, evitamos de esta forma explicaciones de tipo circular, como aquella que indica que una variable es lo que cambia, varía, o que puede tomar varios valores.

A menudo los matemáticos introducen otras letras con la función de constantes no especificadas, los llamados parámetros, en contraste explícito con las variables como *'x'* e *'y'*. Originariamente el parámetro significó la ordenada del foco de una cónica referida a la recta de los focos como eje de las abscisas. Como para cada valor del parámetro la cónica era distinta, más tarde la palabra parámetro adoptó el concepto más general de toda letra, en una expresión entre variables, que puede tomar distintos valores, de tal manera que para cada valor del parámetro la expresión representa un ente distinto y bien determinado: punto, curva, superficie, etc.

Así: la expresión $f(x, y, a) = 0$, para cada valor de $a$ representa una curva; dando valores distintos a $a$ se obtiene una familia de curvas de parámetros $a$. Por ejemplo: si consideramos la ecuación de los gases perfectos $pv = RT$, si se supone $T$ constante, la ecuación representa una isoterma, pero si se dan distintos valores a $T$: $t_1, t_2, t_3,\ldots$ se obtienen distintas isotermas que constituyen la familia de curvas de parámetro $T$.





Lógicamente estos parámetros todavía pueden parecerse a las variables, y contrastan con *'x'* e *'y'* sólo en cuanto al contexto que abarcan en las sentencias generales o existenciales. Una página típica que involucra a *'a'* como un así llamado parámetro, y a *'x'* como una variable explícitamente llamada, podría analizarse del siguiente modo. El conjunto se gobierna por el prefijo de generalidad implícito 'Todo número *a* es tal que'. Entonces una o más cláusulas subsidiarias se gobiernan por prefijos más transitorios 'cada número *x* es tal que' o 'algún número *x* es tal que'. La forma típica de hablar de parámetros puede traducirse, siguiendo lo anterior, sin mayor dificultad. La diferencia es, simplemente, de alcance.

En la literatura científica muchas veces se usa la expresión 'variable' refiriéndose a funciones, confundiéndose éstas con aquellas, como en el caso de las llamadas variables aleatorias que no son variables, sino que representan un tipo de función.

La distinción entre variables independiente y dependiente también sigue siendo una diferencia de alcance: en las variables llamadas dependiente se restringe el alcance de las variables mediante una función que la hace depender del valor de otras. El alcance de la variable independiente es más amplio, son todos los valores del dominio del discurso. Mientras que en la dependiente se restringe el alcance a una subclase del dominio.

En todos los casos las variables sirven meramente para señalar los lugares en los que referimos a la misma cosa y para seleccionar tal cosa según como la denote el predicado. Siguen siendo un medio para identificar y distinguir las posiciones referenciales en una oración, con la finalidad de resumir el resto de la sentencia como un predicado.

La eliminación de variables ha mostrado que cualquier valor de una variable es denotado por un predicado u otro; basta con que los predicados denoten n-tuplas de objetos. O bien se puede hablar de objetos que sustituyen variables, o bien se puede hablar de objetos denotados por predicados. En este último caso «…*ser es ser denotado por un predicado* *monádico*. Esta expresión recoge también nuestro contenido doméstico, puesto que cualquier valor de una variable es denotado por un predicado u otro —en efecto, por ‘$x \ni (x = x)$’»[8], esto es, ‘el $x$ tal que $x$ es idéntico a $x$’.

Vimos como la variable toma el papel básico de abstraer los predicados, porque entonces los valores pertinentes de las variables son las cosas que satisfacen los predicados, las cosas denotadas por el término general. Como indica Quine: «…estamos considerando de nuevo a los términos como nuestros medios para referir a objetos, pero ahora ya no se trata de la designación por parte de un término singular, sino que se trata de la denotación por parte de los términos generales. La mayoría de las cosas no son especificables individualmente mediante un nombre o una descripción; es obvio que no lo son en la práctica y, en el caso de los números irracionales, como Cantor demostró, ni siquiera lo son en principio. Pero todas las cosas se denotan mediante términos generales; en efecto, por ‘cosa’, entre otros»[9]. En última instancia la referencia objetiva recae, por lo tanto, en la denotación de los términos generales, representados en el álgebra de Quine mediante ciertos predicados monádicos complejos.

Instituto de Filosofía
Universidad Central de Venezuela

8 Quine, *Del estímulo a...,* cit., p. 45.
9 *Ibid.*, p. 42.

EPISTEME NS, Vol. 21, Nº 1, 2001, pp.13–26

FRANKLIN GALINDO

# AXIOMATIZACIÓN DE LA SILOGÍSTICA EXTENDIDA

*Resumen:* El objetivo principal de este trabajo es presentar el sistema lógico que resulta de extender, de una manera natural, a la silogística con la lógica proposicional, y demostrar que tal extensión se puede caracterizar como un sistema axiomático.

*Palabras claves:* completitud, Corcoran, Łukasiewicz

# AXIOMATIZATION OF THE EXTENDED SYLLOGISTICS

**Abstract:** The main objective of this work is to present the logical system that results from extending, in a natural way, to the syllogistic with the propositional logic, and to demonstrate that such an extension can be characterized as an axiomatic system.

*Keywords:* completeness, Corcoran, Łukasiewicz

## *(0) Introducción*

El objetivo principal de este trabajo es presentar el sistema lógico que resulta de extender, de una manera natural, a la silogística con la lógica proposicional, y demostrar que tal extensión se puede caracterizar como un sistema axiomático. Los axiomas que se usan son los propuestos por Jan Łukasiewicz en el libro *La* *silogística de Aristóteles desde el punto de vista de la lógica formal moderna*[1]. En tal texto el autor deduce todas las leyes silogísticas conocidas a partir de sus axiomas y dicho resultado es clave para este trabajo. También son fundamentales para este trabajo las definiciones y técnicas empleadas en el artículo *Completeness of an ancient logic*[2] de John Corcoran. En tal artículo el autor demuestra que la silogística se puede caracterizar como un sistema de reglas de inferencia, y en él destacan las definiciones semánticas de *interpretación de un lenguaje silogístico* y de *satisfacción de una sentencia silogística;* así como también el empleo de la técnica del *conjunto máximal consistente de Henkin,* con la cual el autor construye un modelo para un conjunto máximal consistente de sentencias silogísticas usando las variables de términos universales.

El trabajo se divide en tres partes. En la primera parte se define a la silogística extendida, exponiendo su sintaxis y su semántica. En la segunda parte se describe el sistema axiomático de Jan Łukasiewicz, y en la tercera y última parte se demuestra que tal sistema axiomático tiene las propiedades de corrección y completitud, es decir, que dicho sistema cumple con (corrección) $\Sigma \vdash_{Ł} \sigma \Rightarrow \Sigma \vDash \sigma$ y (completitud) $\Sigma \vDash \sigma \Rightarrow \Sigma \vdash_{Ł} \sigma$, donde $\Sigma$ es un conjunto de sentencias de la silogística extendida, $\sigma$ es una sentencia de la silogística extendida, $\Sigma \vdash_{Ł} \sigma$ significa que $\sigma$ se obtiene a partir de $\Sigma$ usando los axiomas y reglas de inferencia del sistema axiomático una cantidad finita de veces y $\Sigma \vDash \sigma$ significa que $\sigma$ es una consecuencia lógica de $\Sigma$. La prueba de la propiedad de completitud se realiza

---

1 Łukasiewicz, J., *La silogística de Aristóteles desde el punto de vista de la lógica formal moderna,* Madrid, Tecnos, 1977.

2 Corcoran, J., «Completeness of an ancient logic», *The Journal of Symbolic Logic*, vol. 37, 1972.

usando la técnica del conjunto máximal consistente para aprovechar los resultados que John Corcoran obtuvo en la Silogística.

## *(1) La Silogística extendida.*

*(1.1) Sintaxis de la silogística extendida:* El conjunto S de las *fórmulas bien formadas* (fbf) de la silogística extendida se construye a partir de los símbolos primitivos A, E, I, O, $\sim$, $\rightarrow$, $\wedge$, $\vee$ , $\leftrightarrow$,), (,$u_1$, $u_2$, $u_3$, . . . Donde los símbolos A, E, I y O son los correspondientes a los esquemas categóricos de forma típica Todo _ es _, Ningún _ es _, Algún _ es _ y Algún _ no es _.Los símbolos $\sim$, $\rightarrow$, $\wedge$, $\vee$, $\leftrightarrow$ son los usuales para las conectivas proposicionales. Los símbolos $u_1$, $u_2$, $u_3$, . . . son una cantidad infinito numerable de variables para términos universales. Y los símbolos), (son los paréntesis como símbolos auxiliares La regla inductiva de construcción tiene tres cláusulas: (i) Cualquier símbolo primitivo del conjunto { A,E, I, O} seguido de dos variables de términos universales es una fbf . (ii) Si $\alpha$ y $\beta$ son fbf entonces $\sim\alpha$ , $(\alpha\rightarrow\beta)$ , $(\alpha\wedge\beta)$ , $(\alpha\vee\beta)$ y $(\alpha\leftrightarrow\beta)$ son también fbf. (iii) Sólo son fbf las filas de símbolos que se puedan construir usando un número finito de veces las cláusulas (i) y (ii)[3]. Por ejemplo las expresiones $Au_1u_2$, $Ou_7u_2$, $Iu_9u_9$ y $Eu_{10}u_{10}$ son fbf por la cláusula (i) y la expresión (Amb $\wedge$ Aam) $\rightarrow\sim$Oab es una fbf por la cláusulas (i) y (ii).

*(1.2) Semántica de la silogística extendida:* Una *interpretación* de S es una función que asigna a cada variable de término universal un conjunto no vacío[4] . Sea i una interpretación de S y sea $\alpha$ una f bf de S. Se define la relación i *satisface* a $\alpha$ (i sat $\alpha$) por induc-

---

[3] Notar que en esta definición las proposiciones categóricas de forma típica son las fbf atómicas.

[4] Cada conjunto no vacío representaría una "substancia segunda" Aristotélica.

ción[5] : (1) Si $\alpha$= Aab entonces i sat Aab si y sólo si $i(a)\subseteq i(b)$. (2) Si $\alpha$=Eab entonces i sat Esp si y sólo si $i(a)\cap i(b)=\varnothing$. (3) Si $\alpha$=Iab entonces i sat Iab si y sólo si $i(a)\cap i(b)\neq\varnothing$. (4) Si $\alpha$=Oab entonces i sat Oab si y sólo si existe un x tal que $x\in i(a)$ y $x\notin i(b)$. (5) Si $\alpha= \sim\beta$ entonces i sat $\sim\beta$ si y sólo si no i sat $\beta$. (6) Si $\alpha= \beta\rightarrow\gamma$ entonces i sat $\beta\rightarrow\gamma$ si y sólo si i no sat $\beta$ o i sat $\gamma$. (7) Si $\alpha=\beta\wedge\gamma$ entonces i sat $\beta\wedge\gamma$ si y sólo si i sat $\beta$ y i sat $\gamma$. (8) Si $\alpha=\beta\vee\gamma$ entonces i sat $\beta\vee\gamma$ si y sólo si i sat $\beta$ o i sat $\gamma$. (9) Si $\alpha=\beta\leftrightarrow\gamma$ entonces i sat $\beta\leftrightarrow\gamma$ si y sólo si i sat a ambas o i no sat a ambas. Sea $\Sigma\subseteq$ S y sea i una interpretación de S. i *satisface* a $\Sigma$ (i sat $\Sigma$ ) si y sólo si para toda $\sigma\in\Sigma$: i sat $\sigma$. Sea $\Sigma\subseteq$ S y $\sigma \in$ S. $\sigma$ es una *consecuencia lógica* de $\Sigma$ **($\Sigma\models\sigma$)** si y sólo si toda interpretación i de S que satisface a $\Sigma$ también satisface a $\sigma$. Sea $\alpha$ una fbf de S. $\alpha$ es *válida* si y sólo si $\varnothing\models \alpha$. Una *instancia de una tautología* es una fbf de S que se obtiene de una tautología de la lógica proposicional sustituyendo uniformemente cada letra proposicional por una fbf de S. Por ejemplo, $((\sim Aab \wedge Iab)\rightarrow Eba)\rightarrow(\sim Aab\rightarrow( Iab\rightarrow Eba))$ es una instancia de la tautología $((p\wedge q)\rightarrow r)\rightarrow(p\rightarrow(q\rightarrow r))$. Toda instancia de una tautología es una fbf válida. En efecto, se puede probar usando inducción que cualquier fbf $\gamma$ del lenguaje de la lógica proposicional tiene la siguiente propiedad: i sat $\gamma_0$ si y sólo si $\underline{T_i}(\gamma)$=V, donde i es una interpretación de S, $\gamma_0$ es una fbf de S que se obtiene sustituyendo uniformemente las letras proposicionales $p_1,\ldots, p_n$ de $\gamma$ por las fbf $\alpha_1,\ldots,\alpha_n$ de S y $\underline{T_i}$ es una valuación[6]

[5] Estas reglas coinciden con la interpretación usual que tenemos de las proposiciones categóricas de forma típica.

[6] Una *valuación* es una función $\chi$ de dominio las fbf del lenguaje de la lógica proposicional y rango {V,F}, tal que las siguientes cláusulas son satisfechas: (1) $\chi(\sim\alpha)=V\Leftrightarrow\chi(\alpha)=F$ y (2) $\chi(\alpha\rightarrow\beta)=V\Leftrightarrow \chi(\alpha)=F$ o $\chi(\beta)=V$.

determinada por la asignación de valores de verdad[7] $T_i$ que se define a partir de las letras proposicionales de $\gamma$ de la siguiente manera: Para cada $j, 1 \leq j \leq n$, $T_i(p_j) = V$ si y sólo si i sat $\alpha_j$.

*(2) El sistema axiomático Ł para la silogística extendida*[8]

**(I)** *Axiomas de Ł*

A.1 Todas las instancias de tautología son axiomas.
Si a, b y m son variables de términos universales, entonces también son axiomas todas las fbf que tengan la siguiente forma:
A.2 Iaa ( Identidad para I)
A.3 Aaa (Identidad para A)
A.4 (Amb $\wedge$ Aam)$\rightarrow$Aab (Barbara)
A.5 (Amb$\wedge$Ima)$\rightarrow$Iab (Datisi)

*(II) Reglas de inferencia de Ł: Regla 1*[9]: Regla de

---

7 Una *asignación de valores de verdad* es una función de dominio las letras proposicionales y rango {V, F}.

8 El sistema axiomático que se expone tiene algunas diferencias no esenciales con el de Łukasiewicz. Por ejemplo, Łukasiewicz no enuncia el axioma 1 como aquí se hace. La idea de enunciarlo así se ha tomado de la manera como Enderton, H., [*A Mathematical Introduction to Logic,* New York, Academic Press,1972] presenta los axiomas para la lógica de primer orden. Otra diferencia es que el sistema de Łukasiewicz tiene una regla de inferencia adicional: Sustitución de variables de términos universales.

9 Con el axioma 1 se define implícitamente a las conectivas, con los axiomas A2, A3, A4 y A5 se definen implícitamente a A e I y con la Regla 1 se define implícitamente a E y O. Otra manera, quizás más elegante, de presentar este sistema axiomático es tomando como símbolos primitivos solamente a: $\rightarrow$, $\neg$, A, I, variable de términos universales y paréntesis. Los axiomas serían $A_1$ (restringido a $\rightarrow$, $\neg$), $A_2$, $A_3$, $A_4$, $A_5$. La regla de inferencia sería una sola: *modus ponens*. Y los símbolos restantes $\wedge$, $\vee$, $\leftrightarrow$, O y E, se introducirían por defini-

sustitución para las lógicamente equivalentes Eab, ~Iab y Oab, ~Aab. De $\alpha$ se puede inferir $\alpha^*$, donde $\alpha^*$,es la fbf que se obtiene de $\alpha$ sustituyendo Eab(Oab) por ~Iab(~Aab ) – o a la inversa - en todas o alguna de sus ocurrencias. *Regla 2: Modus Ponens.* De $\alpha$ y $\alpha \rightarrow \beta$ se puede inferir $\beta$.

**(***III) La relación de deducibilidad de Ł :* Sea $\Sigma \subseteq$ S y $\sigma \in$ S. $\sigma$ se *deduce* de $\Sigma$ en Ł( $\Sigma \vdash_{Ł} \sigma$) si y sólo si existe una sucesión de fbf de S, $\gamma_1,\ldots,\gamma_n$ , tal que $\gamma_n = \sigma$ y para cada i, $1 \leq i \leq n$ , o $\gamma_i \in \Sigma$ o $\gamma_i$ es un axioma de Ł o $\gamma_i$ es el resultado de aplicar la regla de inferencia 1 o la regla de inferencia 2 a fbfs anteriores. Cuando $\varnothing \vdash_{Ł} \alpha$ se dice que $\alpha$ es un *teorema* de Ł y se denota $\vdash_{Ł} \alpha$. Algunos ejemplos de teoremas de Ł son:

(i) $\vdash_{Ł}$Iab→Iba. (Conversión simple para I)
Prueba:
(1) ((Aaa∧Iab)→Iba) →(Aaa→(Iab→Iba) A.1.Instancia de ((p∧q)→r) →(p→(q→r))
(2) (Aaa∧Iab)→Iba A.5.
(3) Aaa→(Iab→Iba) Regla 2; 1,2.
(4) Aaa A.3
(5) Iab→Iba Regla 2; 3,4.

(ii) $\vdash_{Ł}$(Amb∧Iam)→Iab (Darii)
Prueba:
(1) ((Amb∧Ima)→Iab)→((Iam→Ima)→((Amb∧Iam)→Iab)). A1.Inst de (p∧q)→r)→((s→q)→ ((p∧s)→r))

---

ción así: $\alpha \wedge \beta \Leftrightarrow \neg(\alpha \rightarrow \neg\beta)$, $\alpha \vee \beta \Leftrightarrow \neg\alpha \rightarrow \beta$, $\alpha \leftrightarrow \beta \Leftrightarrow (\alpha \rightarrow \beta) \wedge (\beta \rightarrow \alpha)$, Oxz⇔ ¬Axz y Exz⇔¬Ixz.

(2) (Amb∧Ima)→Iab) A.5
(3) (Iam→Ima)→((Amb∧Iam)→Iab) Regla 2;1,2
(4) Iam→Ima. Teorema (i): Teniendo presente que esta versión se obtiene sustituyendo b por m en toda su prueba.
(5) (Amb∧Iam)→Iab Regla 2; 3,4.

(iii) $\vdash_{Ł}$ (Emb∧Iam)→Oab (Ferio)
Prueba:
(1) ((Aab∧Iam)→Imb)→((~Imb∧Iam)→~Aab). A.1. Inst de $((p \wedge q) \rightarrow r) \rightarrow ((\neg r \wedge q) \rightarrow \neg p)$
(2) (Aab∧Iam)→Imb A.5.
(3) (~Imb∧Iam)→~Aab Regla 2; 1,2
(4) (Emb∧Iam)→~Aab Regla 1 en 3
(5) (Emb∧Iam)→Oab Regla 1 en 4.

En general, todas las leyes silogísticas conocidas son teoremas de Ł. En el texto *La silogística de Aristóteles desde el punto de vista de la lógica formal moderna* se pueden encontrar todas estas pruebas en notación polaca y en el texto de Otto Bird *Syllogistic And its Extensions*[10] se pueden encontrar en una notación parecida a la usada en este trabajo.

*(3) Propiedad de corrección y completitud del sistema axiomático Ł*

*Teorema de corrección:* Sea $\Sigma \cup \{\sigma\} \subseteq S$. Si $\Sigma \vdash_{Ł} \sigma$ entonces $\Sigma \vDash \sigma$.

*Demostración:* Como $\Sigma \vdash_{Ł} \sigma$, entonces existe una sucesión $\gamma_1,\ldots,\gamma_{n=}\sigma$ tal que para cada j, $1 \leq j \geq \leq n$, o $\gamma_j$ esta en $\Sigma$ o $\gamma_j$ es un axioma de Ł o $\gamma_j$ se obtiene de pro-

10 Łukasiewicz, J., *Syllogistic and its Extens*, New Jersey, Prentice-Hall, 1964.

posiciones anteriores usando la regla de inferencia1 o la regla de inferencia 2. Sea i una interpretación de S tal que i sat Σ. Entonces, por inducción en n se obtiene que i sat $\gamma_j$, para cada j,$1\leq j\geq\leq n$; pues todos los axiomas de Ł son fbfs válidas y las reglas de inferencia tienen la propiedad de corrección ( es decir, si una interpretación satisface la(s) premisa(s) de la Regla1(2), entonces, también satisface su conclusión de la Regla 1(2)). ■

*Teorema de completitud:* Sea $\Sigma\cup\{\sigma\}\subseteq$ S. Si $\Sigma\vDash\sigma$ entonces $\Sigma\vdash_{Ł}\sigma$ .

*Demostración:* La demostración se realiza a partir de dos resultados previos, el Lema A y el Lema B.

*Definición:* Sea $\Delta\subseteq$S . Δ es *inconsistente* si y sólo si existe una fbf δ de S tal que $\Delta \vdash_{Ł} \delta$ y $\Delta \vdash_{Ł} \sim\delta$ . Δ es *consistente* si no es inconsistente.

*Lema A :* Sea $\Gamma \cup\{\gamma\}\subseteq$ S . $\Gamma \cup \{\gamma\}$es inconsistente si y sólo si $\Gamma \vdash_{Ł} \sim\gamma$ .

*Demostración del Lema A:* La dirección ⇐ del lema A es inmediata. La dirección ⇒ requiere del Teorema de la deducción para Ł : $\Gamma\subseteq$S y $\alpha,\beta\in$S $\Rightarrow$ $\Gamma\cup\{\alpha\}\vdash_{Ł} \beta\Leftrightarrow\Gamma\vdash_{Ł} \alpha\rightarrow\beta$. En efecto, si $\Gamma \cup \{\gamma \}\vdash_{Ł} \varphi$ y $\Gamma \cup \{\gamma \}\vdash_{Ł} \neg\varphi$, entonces, $\Gamma\vdash_{Ł} \gamma\rightarrow\varphi$ y $\Gamma\vdash_{Ł} \gamma\rightarrow\neg\varphi$, por el teorema de la deducción. De modo que usando el axioma 1 $(\gamma\rightarrow\varphi)\rightarrow( ( \gamma\rightarrow\neg\varphi)\rightarrow\neg\gamma)$, se obtiene $\Gamma \vdash_{Ł}\sim\gamma$. La demostración del Teorema de la deducción para Ł es estándar : La dirección ⇐ se hace usando la regla de inferencia 2 y la dirección $\Rightarrow$ se hace aplicando inducción en la deducción de $\beta$ a partir de $\Gamma\cup\{\alpha\}$, $\gamma_1,\ldots,\gamma_n=\beta$. Se debe verificar que para cualquier j, $1\leq j\leq n$, $\Gamma\vdash_{\text{Ł}} \alpha\rightarrow\gamma_j$ . Para los detalles de la prueba del teorema de la deducción puede verse el texto de Elliott Mendelson *Introduction to Mathematical Logic*[11] páginas 32 y 33. ■

*Lema B :* Sea $\Gamma \subseteq S$. Si $\Gamma$ es consistente, entonces existe una interpretación i de S tal que i sat $\Gamma$.

*Demostración del lema B:* Sea $\Gamma \subseteq S$ tal que $\Gamma$ es consistente. La demostración se realiza a partir de dos resultados previos, la Proposición 1 y la Proposición 2.

*Definición:* Sea $\Delta\subseteq S$. $\Delta$ es *máximal consistente* si y sólo si $\Delta$ es consistente y $\Delta$ no esta incluido en sentido estricto en un subconjunto de S que sea consistente.

*Proposición 1:* Existe una extensión $\Gamma^*$ de $\Gamma$, tal que $\Gamma^*$ es máximal consistente y para cada $\alpha,\beta\in S$ y cada a, b variables de términos universales, $\Gamma^*$ cumple con las siguientes cláusulas:

(a) $\alpha\in\Gamma^*$ si y sólo si $\Gamma^*\vdash_{\text{Ł}}\alpha$.
(b) $\sim\alpha\in\Gamma^*$ si y sólo si $\alpha\notin \Gamma^*$.
(c) Al menos una de las fbf Iab y Oab está en $\Gamma^*$.
(d) A lo sumo una de las fbf Aab y Eab está en $\Gamma^*$.
(e) $\alpha\wedge\beta \in \Gamma^*$ si y sólo si $\alpha\in \Gamma^*$ y $\beta\in \Gamma^*$.
(f) $\alpha\vee\beta \in \Gamma^*$ si y sólo si $\alpha\in \Gamma^*$ o $\beta\in \Gamma^*$.
(g) $\alpha\rightarrow\beta \in \Gamma^*$ si y sólo si $\alpha\notin \Gamma^*$ o $\beta\in \Gamma^*$.
(h) $\alpha\leftrightarrow\beta \in \Gamma^*$ si y sólo si $\alpha,\beta\in \Gamma^*$ o $\alpha,\beta\notin \Gamma^*$.

---

11 Mendelson, E., *Introduction to Mathematical Logic*, New York, D. Van Nostrand Company, 1964.

*Demostración de la proposición 1:* La idea es listar todas las fbf de S $\gamma_1,...\gamma_n$, $\gamma_{n+1},...$ y definir inductivamente una sucesión de conjuntos consistentes mediante la siguiente regla: $\Gamma_0 = \Gamma$ y $\Gamma_{n+1} = \Gamma_n \cup\{\gamma_n\}$, si $\Gamma_n \cup\{\gamma_n\}$ es consistente o $\Gamma_{n+1} = \Gamma_n$ , si $\Gamma_n \cup\{\gamma_n\}$ es inconsistente. Sea $\Gamma^* = \cup_{n\in\omega} \Gamma_n$. Como cada $\Gamma_n$ es consistente, $\Gamma^*$ es máximal consistente. También $\Gamma^*$ cumple con cada una de las cláusulas de la proposición 1. Para los detalles de la prueba de la prosición1 puede verse las páginas 116, 124 y 125 del texto de María Manzano *Teoría de Modelos*[12], donde se realiza la prueba de una proposición análoga para la lógica de primer orden. ■

Ahora con $\Gamma^*$ se construye a partir de las variables de términos universales una interpretación que satisface a $\Gamma^*$ (y por lo tanto satisface también a $\Gamma$). Sea $\Omega$ el conjunto de todas las variables de términos universales y $P(\Omega)$ el conjunto de todos los subconjuntos de $\Omega$. Considérese el conjunto $M\subseteq P(\Omega)$ que resulta de sacar de $P(\Omega)$ los siguientes elementos: (1) Por cada fbf Aab que este en $\Gamma^*$ todos los subconjuntos de $\Omega$ que tengan a "a", pero no tengan a "b". (2) Por cada fbf Eab que este en $\Gamma^*$ todos los subconjuntos de $\Omega$ que tengan a "a" y " b". i es la función que asigna a cada x de $\Omega$ un elemento de P(M) según la siguiente regla: $i(x)=\{\Delta\subseteq \Omega \mid \Delta\in M \wedge x\in\Delta\}$. Para probar que i es una interpretación de S y que i satisface todas las sentencias de la forma A, O, I y E que están en $\Gamma^*$ es suficiente con la siguiente proposición:

*Proposición 2:* Si a, b $\in\Omega$ y M es el conjunto que se definió anteriormente, entonces

[12] Manzano, M., *Teoría de Modelos,* Madrid, Alianza Editorial, 1988.

(I) $i(a)\neq\emptyset$.
(II) $Aab\in\Gamma^*$ si y sólo si M no tiene elementos que tengan a "a" y no a "b".
(III) $Eab\in\Gamma^*$ si y sólo si M no tiene elementos que tengan a "a" y a "b".
(IV) $Iab\in\Gamma^*$ si y sólo si M tiene un elemento que tiene a "a" y tiene a "b".
(V) $Oab\in\Gamma^*$ si y sólo si M tiene un elemento que tiene a "a" y no tiene "b".

*Demostración de la proposición 2:* La cláusula (I) se demuestra usando la misma idea que se usará para probar la dirección $\Leftarrow$ de las cláusulas (II) y (III). Una prueba de ella puede encontrarse en el artículo *Completeness of an ancient logic* de John Corcoran. La dirección $\Rightarrow$ de las cláusulas (II) y (III) es directa por la definición de M. Las cláusulas (IV) y (V) son inmediatas a partir de las cláusulas (II), (III) y de la proposición1.

(II) $\Leftarrow$ Si a=b, entonces la prueba concluye ya que $Aaa \in \Gamma^*$ para cada $a\in\Omega$. Supóngase que $a\neq b$. Por la hipótesis se tiene que $\{a\}\notin M$. Entonces $\{a\}$ fue sacado de $P(\Omega)$ por alguna fbf del tipo E o A. Pero como una fbf del tipo E no puede sacar conjuntos unitarios de $P(\Omega)$ concluimos que existe un $y'\in\Omega$ tal que $y'\neq a$ y $Aay' \in \Gamma^*$ y así se pudo sacar al conjunto$\{a\}$de $P(\Omega)$. Sea $Y= \{y\in\Omega : Aay \in \Gamma^*\}$. Como $Aaa \in\Gamma^*$, entonces $a\in Y$. Si se prueba que b esta en Y, la demostración concluye. Supóngase que $b \notin Y$. Entonces $Y \neq \Omega$ y además (por la hipótesis) $Y\notin M$. Por lo tanto el conjunto Y fue sacado de $P(\Omega)$ por alguna fbf del tipo A o E que esta en $\Gamma^*$. Considérese los dos casos posibles: *Caso1*[13]:

[13] Notar que si w=z, entonces la fbf $Awz \in\Gamma^*$ no saca a nadie de $P(\Omega)$, por lo tanto hay que asumir que $w\neq z$.

Awz $\in \Gamma^*$ donde w $\in$ Y y z$\notin$ Y. *Caso2*[14]: Ewz $\in \Gamma^*$ donde w, z $\in$ Y. De cada uno de estos casos se obtendrá una contradicción para luego concluir que b $\in$Y. *Caso1*: Como w esta en Y , Aaw $\in \Gamma^*$. De modo que por la proposición 1, $\Gamma^* \vdash_{\text{Ł}}$ Aaw. Pero por hipótesis Awz $\in \Gamma^*$ ,entonces, también por la proposición1 se tiene que $\Gamma^* \vdash_{\text{Ł}}$ Awz. De manera que usando la regla de inferencia 2, el axioma Barbara y el axioma 1 $p\rightarrow(q\rightarrow(p\wedge q))$, se tiene que $\Gamma^* \vdash_{\text{Ł}}$ Aaz. Y otra vez por la proposición1 se obtiene que Aaz $\in \Gamma^*$. En consecuencia, z $\in$ Y, contradiciéndose el supuesto de que z$\notin$ Y . *Caso2*: Como w y z $\in$ Y entonces se tiene que Aaw y Aaz $\in \Gamma^*$. De modo que por la proposición 1 se tiene que $\Gamma^* \vdash_{\text{Ł}}$ Aaw .Entonces, como por hipótesis, $\Gamma^* \vdash_{\text{Ł}}$ Ewz, usando la regla de inferencia 2, el axioma 1 $p\rightarrow(q\rightarrow(p\wedge q))$, y el teorema Celarent, se tiene que $\Gamma^* \vdash_{\text{Ł}}$ Eaz. En consecuencia, Eaz $\in\Gamma^*$; contradiciéndose la cláusula (d) de la proposición 1, pues Aaz $\in\Gamma^*$.

(III) $\Leftarrow$ .Si a=b, entonces $i(a)=i(b)=\varnothing$ y se contradice la cláusula (I). Por consiguiente, a$\neq$b. Por la hipótesis se tiene que el conjunto $\{a,b\}\notin$M. Entonces $\{a,b\}$ fue sacado de $P(\Omega)$ por alguna fórmula del tipo A o E, siendo los dos casos posibles los siguientes: *Caso1*: Aay$\in\Gamma^*$donde y$\neq$b o Aby $\in\Gamma^*$ donde y$\neq$a. *Caso2*: Eab $\in\Gamma^*$ o Eba $\in\Gamma^*$. Si el caso 2 ocurre se tiene lo que se quiere demostrar . Si el caso 1 ocurre, se define el conjunto no vacío $Y=\{y\in\Omega$: Aay $\in\Gamma^*$, y$\neq$b o Aby $\in\Gamma^*$,y$\neq$a$\}$. Como $\{a,b\}\subseteq$Y el conjunto Y$\notin$M, por la hipótesis. $Y=\Omega$ o $Y\neq\Omega$. Si $Y=\Omega$, entonces Eab $\in\Gamma^*$. En

14 Notar que para toda x $\in\Omega$, Axx $\in\Gamma^*$ , entonces por la proposición 1(d), para cada x $\in\Omega$, Exx $\notin\Gamma^*$. De modo que hay que asumir que w$\neq$z.

efecto, como este conjunto no puede ser sacado de $P(\Omega)$ por una f.b.f de tipo A, ya que este tipo de f.b.f nunca pueden sacar a $\Omega$, entonces existen s, $p\in\Omega$ tal que Esp $\in\Gamma^*$ y Esp saca a Y de$\Gamma^*$. Como s, $p\in Y$ se tiene que (Aas$\in\Gamma^*$, $s\neq b$ o Abs$\in\Gamma^*$, $s\neq a$) y (Aap$\in\Gamma^*$, $p\neq b$ o Abp$\in\Gamma^*$, $p\neq a$). Entonces hay que considerar cuatro posibilidades:

(1) Esp $\in\Gamma^*$ y (Aas$\in\Gamma^*$, $s\neq b$) y (Aap$\in\Gamma^*$, $p\neq b$)
(2) Esp $\in\Gamma^*$ y (Aas$\in\Gamma^*$, $s\neq b$) y (Abp$\in\Gamma^*$, $p\neq a$ )
(3) Esp $\in\Gamma^*$ y (Abs$\in\Gamma^*$, $s\neq a$ ) y (Aap$\in\Gamma^*$, $p\neq b$)
(4) Esp $\in\Gamma^*$ y (Abs$\in\Gamma^*$, $s\neq a$) y (Abp$\in\Gamma^*$, $p\neq a$)

Si (1) ocurre entonces usando la proposición1, la regla de inferencia 2, el teorema Celarent y el axioma 1 $p\rightarrow(q\rightarrow(p\wedge q))$, se tiene que $\Gamma^*\vdash_{Ł}$ Eap. Lo cual contradice la proposición1, pues $\Gamma^*\vdash_{Ł}$ Aap. Si (2) ocurre entonces usando lo mismo que en el caso anterior más el teorema de conversión simple para la universal negativa, se tiene que Eab $\in\Gamma^*$. Con un procedimiento análogo a (2) en (3) se obtiene que Eab $\in\Gamma^*$. Si (4) ocurre entonces por un procedimiento parecido a (2) se obtiene que Ebb $\in\Gamma^*$, lo cual es una contradicción. Entonces, resumiendo, si $Y=\Omega$ sólo pueden ocurrir las posibilidades (2) y (3), y en ambas se cumple que Eab$\in\Gamma^*$. La opción $Y\neq\Omega$ no puede ocurrir. En efecto, este conjunto puede ser sacado de $P(\Omega)$ por una f.b.f del tipo A o E. Si la fbf es del tipo E se repite el caso $Y=\Omega$. Supóngase que existen s, $p\in\Omega$ tal que Asp$\in\Gamma^*$ donde $s\in Y$ y $p\notin Y$. Asp es una f.b.f. que saca a Y de $P(\Omega)$.Como $s\in Y$, entonces (Aas $\in\Gamma^*$, $s\neq b$) o ( Abs $\in\Gamma^*$, $s\neq a$). De modo que se tiene dos posibilidades: (1) Asp$\in\Gamma^*$ y Aas $\in\Gamma^*$; donde $s\in Y$, $p\notin Y$, $s\neq b$. (2) Asp$\in\Gamma^*$ y Abs $\in\Gamma^*$; donde $s\in Y$ , $p\notin Y$, $s\neq a$. Si (1) ocurre entonces usando la proposición 1, el axioma 1 $p\rightarrow(q\rightarrow(p\wedge q))$, y el axioma de Bárbara se tiene que Aap $\in\Gamma^*$. Como $p\neq b$, $p\in$ Y, contradiciéndose el supuesto de que $p\notin$ Y. Si (2) ocurre, entonces operando de manera análoga al caso anterior se tiene que Abp $\in\Gamma^*$. Como $p\neq a$, $p\in$ Y, contradiciéndose el supuesto de que $p\notin$ Y. En conclusión, si ocurre el caso 1 se tiene que Eab$\in\Gamma^*$. Con esto termina la prueba de la proposición 2. ■

Con la proposición 2 se tiene que la función i es una interpretación de S y que para cada fbf $\varphi\in S$ de la forma Aab, Eab, Iab y Oab: i sat $\varphi \Leftrightarrow \varphi\in\Gamma^*$. De modo que para terminar la prueba del lema B sólo falta probar que i sat $\varphi \Leftrightarrow \varphi\in\Gamma^*$ para las fbf de la forma $\sim\alpha$ , $\alpha\wedge\beta$, $\alpha\vee\beta$, $\alpha\rightarrow\beta$ y $\alpha\leftrightarrow\beta$; pero esta prueba es inmediata usando la proposición1 e inducción en el número de conectivas de las fbf. De manera que la prueba del Lema B termina. ■

Con el lema A y el Lema B la prueba del teorema de completitud es inmediata, esto se puede apreciar usando reducción al absurdo. ■

Escuela de Filosofía
Universidad Central de Venezuela

EPISTEME NS, Vol. 21, Nº 1, 2001, pp.27–54

MARÍA MANZANO

# UNA NUEVA PRUEBA DE LA INCOMPLETUD DE LA LÓGICA DE SEGUNDO ORDEN

*Resumen:* Nuestro tema es la lógica de segundo orden (SOL) y en particular de su incompletud en semántica estándar. La prueba, sin embargo, es muy general y surge de una reflexión filosófica fecunda, ya que de ella se obtienen resultados prácticos. El objetivo final de este trabajo no es únicamente el de ofrecer una prueba de la incompletud de la lógica de segundo orden haciendo la competencia a Gödel, sino es el de entender mejor cuáles pudieran ser los mecanismos mediante los cuales una lógica deviene en incompleta.

*Palabras claves:* metalógica, teoría axiomática de conjuntos, semántica formal.

# A NEW PROOF OF THE INCOMPLETENESS OF SECOND ORDER LOGIC

*Abstract:* The topic is second order logic (SOL) and particular in its incompleteness in standard semantics. The proof, however, is very general and it arises from a exhaustive philosophical reflection, leading to practical results. The final aim of this work is not only to offer a proof of the incompleteness of second order logic making competing with Gödel, but also the one of understanding better what are the mechanisms of which to make a logic incomplete.

*Keywords:* metalogic, axiomatic set theory, formal semantics

# 1. Presentación de la lógica de segundo orden

## 1.1 Sintaxis y semántica.

La lógica de segundo orden se distingue de la de primer orden en que no sólo tenemos variables individuales, sino también predicativas, y ambas clases de variables pueden ser cuantificadas.

Puesto que fue Frege el que primero usó variables relacionales, la lógica de segundo orden tiene más de una centuria; pero la distinción efectiva entre la lógica de primer orden y la de segundo orden precisó de la contribución de otros lógicos. Estaba de hecho implícita en el trabajo de Russell, pero no fue explícita hasta el trabajo de Hilbert y Ackermann[1]. De hecho, la lógica de primer orden es sólo un fragmento del lenguaje altamente expresivo de Frege[2] y Russell[3].

En la lógica de segundo orden podemos decir: "para todos los individuos, $\varphi$ se cumple", como en la lógica de primer orden, y formalizado así $\forall x\varphi$. También podemos decir: "para todas las propiedades se verifica $\varphi$", a diferencia de lo que sucedía en primer orden, y lo escribimos así $\forall X\varphi$. Mediante $\forall X^2\varphi$ expresamos: "para todas las relaciones binarias $\varphi$ se cumple". Y así sucesivamente. Por consiguiente, las estructuras de segundo orden deben poseer distintos dominios de cuantificación: el dominio de individuos, $A$, donde tomarán valores las variables individuales del lenguaje, el dominio de las relaciones unitarias, $A_1$, sobre el que toman valores las variables predicativas unitarias;

---

1 Hilbert, D. and Ackermann, W. *Grundzege der theoretischen Logik.,* 1928. Traducción al inglés en Hilbert & Ackermann, 1938, *Principles of Mathematical Logic,* New York, Chesea.

2 Frege, G., Begrgriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formlesprache des rinen Denkens, (1879). Traducción al inglés en van Heijenoort, J. ed., 1967, pp. 5-82.

3 Russell. B. «Mathematical Logic as based in the theory of tipes», 1908, en van Heijenoort, J. ed., 1967.

el dominio de las relaciones binarias, $A_2$, y así sucesivamente.

### *1.1.1. Sintaxis*

Así pues, por lo que al alfabeto se refiere, la única diferencia existente entre la de primer orden y la de segundo orden es que en la última añadimos variables para conjuntos y relaciones (se pueden poner las últimas letras mayúsculas del alfabeto latino y utilizar superíndices que indiquen el grado). Las nuevas variables relacionales aparecerán en fórmulas atómicas; por ejemplo, $X\tau$, y en fórmulas cuantificadas del estilo mencionado anteriormente; por ejemplo, $\forall X\varphi$, $\forall X^2\varphi$, etc.

### *1.1.2. Semántica*

Debemos, por consiguiente, otorgar referencia a las nuevas variables. Una variable de conjunto toma valores en el conjunto de las partes del universo de individuos, mientras que una variable relacional binaria toma valores en el conjunto de las partes del producto cartesiano de dicho universo. Así, en la denominada semántica estándar, en un sistema cuyo universo de individuos sea $A$, el universo de conjuntos será $\mathrm{P}A$, el de las relaciones binarias $\mathcal{P}A^2$, etc.

### *1.2. Capacidad expresiva*

A causa de la cuantificación sobre conjuntos y relaciones la lógica de segundo orden estándar tiene mucho poder expresivo; incluso demasiado, como veremos luego.
Por ejemplo:

1. El *Axioma de Inducción* puede ser formulado y mantener todo su poder expresivo, así:

$$\forall X\, (Xc \wedge \forall x\, (X\, x \rightarrow X\, \sigma\, x) \rightarrow \forall\, x X\, x)$$

(Esta fórmula dice: Toda propiedad que valga para el cero y para el siguiente de cualquier número que la tenga, es una propiedad de todos los números.)

2. La *Identidad entre Individuos* puede introducirse por definición, y no ser, como en la lógica de primer orden un concepto lógico, primitivo; es decir, tomado directamente de la metateoría. La definición más utilizada identidad es la de Leibniz, que en lógica de segundo orden se expresa:

$$\forall xy\,(x = y \leftrightarrow \forall\, \mathrm{X}\,(\mathrm{X}\,x \leftrightarrow \mathrm{X}\,y))$$

(Esta fórmula dice: Dos individuos son iguales si, y sólo si, comparten todas sus propiedades.)

3. El concepto intuitivo de *la mayoría de los R son S* (*i. e.*, la mayor parte de las cosas que tienen la propiedad $R$ tienen también la propiedad $S$), en lógica de segundo orden con dos relatores monarios para $R$ y $S$, se expresa así:

$$\begin{aligned}
&\neg\exists \mathrm{X}^2\,(\forall x\,(\exists y\,\mathrm{X}^2\,x\,y \leftrightarrow Rx \wedge S\,x)\\
&\qquad \wedge\forall\, x\,(\exists y\,\mathrm{X}^2\,y\,x \rightarrow R\,x \wedge \neg S\,x)\\
&\wedge\forall\, xyz\,(\mathrm{X}^2\,xy \wedge \mathrm{X}^2\,x\mathrm{z} \rightarrow y = z)\\
&\;\wedge\forall\, xyz\,(\mathrm{X}^2\,xy \wedge \mathrm{X}^2 xy \rightarrow x = z)
\end{aligned}$$

(Esta fórmula dice: no hay ninguna función inyectiva de $R \cap S$ en $R - S$. Todos están de acuerdo en admitir que esta fórmula capta el sentido de “la mayoría de los $R$ son $S$”, puesto que está diciendo que el conjunto $R \cap S$ es “mayor” que el conjunto $R - S$.)

4. Tanto la *finitud* como la infinitud pueden formularse mediante una fórmula. Por ejemplo así

$$\forall F(\forall xy\,(Fx = Fy \rightarrow x = y) \rightarrow \forall x \exists y\, x = Fy)$$

(Cada función inyectiva $f$: $A \rightarrow A$, sobre todo el universo de individuos, $A$, es también exhaustiva).
De hecho, estamos usando variables funcionales en esta presentación, pero pueden eliminarse fácilmente y usar en su lugar variables relacionales; simplemente tenemos que indicar que el dominio es todo el universo y que la relación es funcional.

5. Los axiomas del *buen orden* también se expresan fácilmente. Si $\leq$ es un orden, la fórmula

$$\forall X\,(\exists y X y \rightarrow \exists u\,(X u \wedge \forall z\,(Xz \rightarrow u \leq z)))$$

expresa que todos los conjuntos no vacíos tienen un primer elemento.

6. El Axioma de Comprensión, que dice que todas las relaciones definibles existen

$$\exists X^n \forall x_{1 \ldots}\, x_n\,(X^n\, x_{1 \ldots}\, x_n \longleftrightarrow \varphi)$$

donde Xn no está libre en φ.

7. La propiedad de ser numerable puede ser formulada en segundo orden diciendo esto: Un conjunto es numerable si y sólo si hay un orden lineal tal que cada elemento tiene a lo sumo un número finito de predecesores. Basada en la formulación de finitud del universo o dominio, podemos expresar que un conjunto cualquiera dentro del dominio es finito mediante la fórmula,

$$\varphi_{fin}(Z) \equiv \forall X^2\,(\forall x\,(Z\,x \leftrightarrow \exists y\, X^2 xy)$$
$$\wedge \forall x\,(\exists y\, X^2 yx \rightarrow Zx) \wedge \forall xyz\,(X^2 xy \wedge X^2 xz \rightarrow y{=}z)$$
$$\forall xyz\,(X^2 xy \wedge X^2 xz \rightarrow z{=}x) \rightarrow \forall x\,(Zx \rightarrow \exists y\, X^2 yx))$$

Claramente, se verifica que $\langle A,M \rangle$ sat $\varphi_{fin}$ (Z) syss M(Z) es finito.
Ahora ya podemos fácilmente expresar la idea de que hay una relación de orden estricto en la que cada elemento sólo tiene un número finito de predecesores,

$$\varphi_{ctbl} \equiv \exists Y\, (\forall x \neg Yxx \wedge \forall xyz\, (Yxy \wedge Yyz \rightarrow Yxz)$$
$$\wedge \forall xy\, (Yxy \vee Yyx \vee x = y)$$
$$\wedge \forall x \exists X\, (\varphi_{fin}(X) \wedge \forall y (Xy \leftrightarrow Yyx))$$

Naturalmente, la propiedad de ser supernumerable es la negación de lo anterior

$$\varphi_{unc} \equiv \neg \varphi_{ctbl}$$

8. Otra propiedad interesante de la lógica de segundo orden estándar es que los números reales pueden ser caracterizados hasta isomorfía. Lo único que hay que hacer es tomar los axiomas de primer orden para los cuerpos ordenados y añadirle lo siguiente,

$$\forall ZY\, (\forall xy\, (Zx \wedge Yy \rightarrow x \leq y) \rightarrow \exists z \forall xy\, (Zx \wedge Yy \rightarrow x \leq z \wedge z \leq y))$$

que es una versión simplificada del axioma del corte de Dedekind (que dice que siempre que cortemos a los reales en dos hay un elemento en el corte.) Esta formulación tiene que funcionar porque sabemos que el cuerpo ordenado de los reales es el único (hasta isomorfismo) cuerpo completo ordenado. Por consiguiente obtenemos una fórmula $\varphi_{\mathbb{R}}$ tal que

$A$ es un modelo de $\varphi_{\mathbb{R}}$ si y sólo si $A \cong \langle \mathbb{R}$ h, 0,1,+, $\cdot$,$\rangle$

9. Incluso la *Hipótesis de Continuo, CH*, puede ser

formulada en segundo orden. La fórmula $\varphi_{CH}$ dice: Si el dominio es de la misma cardinalidad que $\mathbb{R}$, entonces cada subconjunto del dominio es o bien numerable, o de la misma cardinalidad que todo el dominio. Por consiguiente $\varphi_{\mathbb{R}}$ es válida syss *CH* vale.

Como es bien sabido, esta es la conjetura que el propio Cantor formuló para contestar a los problemas planteados por la cardinalidad de los números reales (también denominados "el continuo"), que de forma esquemática podemos plantear así: ¿Hay cardinalidades intermedias entre $\aleph_0$ (el primer cardinal infinito, los números naturales) y la cardinalidad del continuo, $|\mathbb{R}|$?. Por lo tanto el problema del continuo es el siguiente: ¿Tiene un conjunto de la misma cardinalidad que $\mathbb{R}$ subconjuntos supernumerables de cardinalidad inferior a la de $\mathbb{R}$; es decir, inferior a $|\mathbb{R}|$?. Esta cuestión surgió cuando Cantor probó que los reales no son numerables; esto es, $|\mathbb{R}| > \aleph_0$. La hipótesis del continuo, *CH*, expresa la conjetura que el propio Cantor enunció para este problema; esto es, no hay cardinales entre $\aleph_0$ y $|\mathbb{R}|$.

Es fácil ver que hay una fórmula de segundo orden, $\varphi_{CH}$, que expresa la conjetura de Cantor. ¿Cómo se obtiene $\varphi_{CH}$?

Queremos que la fórmula $\varphi_{CH}$ diga: cualquier subconjunto de un conjunto cuya cardinalidad sea $|\mathbb{R}|$ es numerable o de la misma cardinalidad que los reales. Lo primero que hacemos es modificar ligeramente la definición de numerabilidad para con ella poder expresar que un cierto conjunto en el universo es numerable; y no sólo que la totalidad del universo lo sea. Obtenemos así una fórmula tal que

$\langle A, M\rangle$ sat $\varphi_{ctbl}(X)$ syss $M(X)$ es numerable.

Necesitamos después una fórmula para indicar que el universo del sistema es de la misma cardinalidad que $\mathbb{R}$. Para obtener dicha fórmula eliminamos en $\varphi_{\mathbf{R}}$ los relatores y functores, poniendo en su lugar variables, y cuantificamos existencialmente la fórmula resultante. (Aunque el lenguaje no tenga variables funcionales se puede hacer lo mismo con variables relacionales añadiéndosele la condición que expresa que son funcionales y que el dominio cubre todo el universo). Con la nueva fórmula, $\psi_{\mathbf{R}}$, expresamos la propiedad de ser de la misma cardinalidad que $\mathbb{R}$:

*A* es un modelo de $\psi_{\mathbf{R}}$ syss *A* es de la misma cardinalidad que $\mathbb{R}$
Nuestra hipótesis, $\psi_{CH}$, expresará: si el dominio tiene la misma cardinalidad que $\mathbb{R}$, entonces cada subconjunto del dominio es numerable *o* de la misma cardinalidad que el dominio completo.

La hipótesis del continuo tiene también esta lectura: $2^{\aleph_0} = \aleph_1$ (puesto que $|\mathbb{R}| = 2^{\aleph_0} = |P\aleph_0|$, y tomamos $\aleph_1$ como el primer ordinal después de $\aleph_0$).

10. La *hipótesis generalizada del continuo, GCH*, dice: $2^{\aleph_\beta} = \aleph_\alpha$, para cada $\alpha$, $\alpha = \beta+1$. *GCH* puede expresarse fácilmente diciendo: entre la cardinalidad de un conjunto infinito cualquiera *y* la del conjunto de sus partes no hay cardinalidades intermedias. También la hipótesis generalizada del continuo se puede formular en **SOL** mediante la siguiente fórmula, $\varphi_{GCH}$,

$$\forall XY(\inf(X) \wedge Y\sim PX \rightarrow \forall Z(Z \subseteq Y \rightarrow Z \preccurlyeq X \vee Z \sim Y)$$

que puede escribirse completamente en segundo orden. Esta fórmula dice:

"Cada subconjunto $Z$ de un conjunto $Y$ ($Z \subseteq Y$), que es equipotente con el conjunto potencia de un conjunto infinito X(Y ~ $PX$), es equipotente con dicho conjunto potencia ($Z \sim Y$) *o* de igual *o* menor potencia que el conjunto infinito ($Z \preccurlyeq X$)"

La única parte que no tiene una formulación tan obvia en SOL es $Y \sim PX$. Para hacerlo introducimos una relación binaria $U$ entre $X$ *y* $Y$ que contiene en un cierto sentido una función biyectiva de $PX$ en $Y$: cada subconjunto $Z$ de $X$ le corresponde un único elemento de $Y$ que es la imagen mediante la relación $U$ de todos los elementos de Z. Además de esto, el recorrido de $U$ es Y. Todo esto se expresa mediante la fórmula

$$\exists U(U \subseteq X \times Y \wedge \forall Z(Z \subseteq X \rightarrow \exists! z(\mathrm{Y}\,z \wedge \forall u\,(Zu \longleftrightarrow Uuz) \wedge Y = Rec(U))))$$

*<u>Remark 1</u> Puesto que ni GCH ni su negación ¬GCH, pueden probarse en la teoría de conjuntos de Zermelo-Fraenkel, la validez de la fórmula de segundo orden que la expresa no puede ni establecerse ni refutarse en el marco de la teoría de conjuntos de Zermelo-Fraenkel. Es por esto por lo que digo que el poder expresivo de la lógica de segundo orden es desmesurado.*

*<u>Remark 2</u> Un lenguaje que pueda expresar más de lo que la teoría de conjuntos de Zermelo-Fraenkel pueda decidir no es estable. Cuando esto sucede no*

*hay esperanza de encontrar un cálculo deductivo completo para la lógica asociada a dicha semántica. Utilizando este hecho se puede demostrar la incompletitud de la lógica de segundo orden con semántica estándar.*

*Propiedades metalógicas*

Como subproducto del poder expresivo de la lógica de segundo orden obtenemos las siguientes contrapartidas de teoría de modelos:

1. $AP^2$ es categórica. Es decir, la aritmética de Peano formulada en segundo orden es categórica o, lo que es lo mismo, dos modelos cualesquiera de Peano son isomorfos.
   (La demostración la hizo Dedekind.)

2. La lógica de segundo orden no es compacta, esto es, el teorema de compacidad falla.
   (Este resultado es una consecuencia directa del hecho de que la lógica de segundo orden sea capaz de expresar finitud, Pensad en el conjunto infinito de fórmulas

$$\{\varphi_n \,/\, n \geq 2\}$$

   diciendo que hay menos *n* elementos en el universo, *y* en la fórmula que expresa que el universo es infinito.)

3. El teorema de Löwenheim-Skolem también falla.

   (Este resultado se sigue del hecho de que el concepto de supernumerabilidad puede ser expresado en segundo orden: la fórmula que expresa que el universo es supernumerable no puede tener modelos numerables, como se seguiría conforme al mencionado teorema de Löwenheim-Skolem.)

4. Por consiguiente, en lógica de segundo orden estándar jamás encontraremos un cálculo completo en sentido fuerte (esto es, que cumpla: si $\Gamma \vDash \varphi$, entonces $\Gamma \vdash \varphi$). La razón es que compacidad, que se demuestra fácilmente a partir de completitud fuerte, falla.

5. Pero sabemos más, el conjunto de las fórmulas válidas es tan intratable que también completud en sentido débil falla (esto es, no se cumple: Si $\vDash \varphi$, entonces $\vdash \varphi$). Este resultado se sigue del teorema de incompletud de Gödel junto al primer apartado de esta sección, la categoricidad de la aritmética.

<u>Remark 3</u> *Aunque estos teoremas son propios de* SOL *pueden usarse como test de completud, compacidad y demás en otras lógicas.*

*<u>Remark 4</u> Pero, no necesitamos el teorema de Gödel para darnos cuenta de que un cálculo deductivo completo es aquí inalcanzable. La observación se hace pensando en fórmulas como GCH, fórmulas cuya validez depende de la metateoría de conjuntos que tomemos. ¿Cómo se podría definir un cálculo para generar un conjunto cambiante de fórmulas?*[4]

Igualmente se podría pensar que, añadiendo *GCH* a los axiomas se podría reparar la situación. Pero, por el teorema de Gödel, sabemos que no es ése el caso. No es posible dar un conjunto completo de axiomas para la teoría de conjuntos; esto es, tal que para cada fórmula $\varphi$ del lenguaje de teoría de conjuntos o ella o su nega-

---

[4] Ya lo decía Heráclito: "No es posible decir nada verdadero acerca de las cosas que cambian."

ción $\neg\varphi$ es derivable a partir del conjunto de axiomas. De hecho, hay un recurso inagotable de fórmulas como *GCH*.

*2. Incompletud de la lógica de segundo orden.*

*2.1. Presuposiciones, conceptos clave y resultados previos utilizados en nuestra demostración.*

En el próximo apartado haré una demostración esquemática de la incompletud de **SOL** basada, como la de Gödel, en la capacidad expresiva de la lógica de segundo orden. Para poder realizar la prueba hemos de ser conscientes de los presupuestos ontológicos y semánticos que necesariamente aceptamos cuando asumimos la lógica clásica. Además, en la prueba se usan resultados, trucos y técnicas de la teoría de conjuntos. Finalmente, usamos el poder expresivo de la lógica de segundo orden y una presentación de **SOL** en teoría de conjuntos especialmente diseñada para esta demostración. Por lo tanto, la demostración se basa en los puntos siguientes:

1. Debemos ser conscientes de cuáles son los presupuestos que aceptamos al elegir la lógica clásica. En particular, aceptamos que estamos situados en un universo matemático que constituye nuestro entorno y que introducimos nuestro lenguaje formal para hablar acerca de los sistemas o estructuras situados en este entorno. No es necesario admitir la existencia de un único universo matemático en nuestra cosmología, pero tenemos que aceptar que sólo uno constituye nuestro entorno inmediato en un momento dado y que cuando establecemos la semántica de nuestras fórmulas sólo se puede hablar acerca de los conjuntos situados en alguno de los sistemas de "nuestro" entorno. Además, no es posible hablar del universo en su totalidad; no se puede cuantificar

sobre el universo matemático en su totalidad. $\mathcal{U} = \langle \mathcal{V}, \in^{\mathcal{U}} \rangle$ no es un sistema. El motivo de esta restricción es que utilizamos la semántica de Tarski; es decir, distinguimos perfectamente entre lenguaje objeto y metalenguaje. Y esto es así porque no queremos contradecir el teorema de Church de la indefinibilidad de la verdad (que es una reproducción de la paradoja del mentiroso).

2. Aceptamos la teoría de conjuntos de Zermelo-Fraenkel con axioma de elección (*ZFC*) como fundamentación matemática de las pruebas que realizamos en el metalenguaje. Los axiomas de *ZFC* están escritos en un lenguaje de primer orden, $L^{\in}$, cuyo único signo peculiar es el relator binario de pertenencia, $\in$. Este lenguaje formal no es nuestro lenguaje objeto, es parte del metalenguaje y sus fórmulas pueden ser consideradas como meras abreviaturas de las expresiones corrientes en español. Puesto que son parte del metalenguaje, son verdaderas o falsas y cuando cuantificamos sobre conjuntos, lo hacemos sobre la clase de todos los conjuntos. Observamos que las fórmulas de *ZFC* son fórmulas de primer orden y que para FOL tenemos muy desarrollada la maquinaria lógica pues tenemos un cálculo deductivo correcto y completo y una cantidad considerable de resultados de Teoría de Modelos. Pero, ¿Se puede definir verdad y consecuencia del metalenguaje en el mismo metalenguaje?, ¿No estamos cayendo sin querer en el abismo de las paradojas? Además, ¿cómo expresamos el cambio de universo matemático?
3. Lo que podemos hacer es usar ciertos trucos, técnicas y resultados utilizados en la metateoría de conjuntos. Especialmente, las artimañas usadas en las demostraciones de consistencia relativa y los resultados de Gödel y Cohen acerca de la independencia de las hipótesis del continuo y de su negación de

*ZFC*. Esto quiere decir, que si suponemos consistencia de *ZFC* habrá modelos de $ZFC + \neg GCH$ (Cohen) y también modelos de $ZFC + GCH$ (Gödel).
En particular, podemos pensar que *ZFC* es simplemente una teoría de primer orden y que por lo tanto hemos formalizado el metalenguaje, convirtiéndose en lenguaje objeto. Para ello necesitamos un nuevo metalenguaje más potente. Pensamos que nuestro mundo ahora contiene clases y que $L^{\in}$ es un lenguaje formal para referirnos a este nuevo mundo. En particular lo que hacemos es tomar perspectiva, situarnos a un nivel superior. Tomamos la teoría de conjuntos de Gödel, Bernays y Neumann (*GBN*) como fundamentación matemática en el metalenguaje. Este procedimiento es utilizado en pruebas de consistencia relativa. Para no correr riesgos, usamos un cálculo deductivo correcto, pero no usamos el teorema de completud para él. La diferencia entre *GBN* y *ZFC* es importante: en *GBN* podemos considerar sistemas cuyos universos son clases, incluso puede admitirse como sistema a

$$\mathcal{U} = \langle \mathcal{V}, \in^{u} \rangle$$

donde V es la clase de todos los conjuntos que consideramos fija en un momento dado, aunque desconocida. U no es un sistema en el sentido usual, porque su universo no es un conjunto, sino una clase última, pero puede ser considerado como tal en *GBN*. *GBN* se convierte así en el metalenguaje para hablar de *ZFC*.

4. Usaremos también la enorme y abrumadora capacidad expresiva de la lógica de segundo orden, especialmente su habilidad para expresar propiedades del universo matemático. En particular, propiedades que nos permiten distinguir un universo mate-

mático de otro; esto es, fórmulas que son independientes de *ZFC*. (Yo no sé si esto es muy ortodoxo, pero yo identifico a los distintos universos matemáticos con los diversos conjuntos máximamente consistentes que extienden *ZFC*. Suponemos, como es habitual, que *ZFC* es consistente.) Nosotros utilizamos en la prueba la fórmula $\varphi_{GCH}$ que expresa la hipótesis generalizada del continuo. En particular, en la prueba se usa

$$\vDash \text{s.s } \varphi_{GCH} \text{ syss } GCH$$

(Es decir, *GCH* vale en "el" universo matemático; esto es, en el que estamos.)

5. En la prueba lo que se hace es desarrollar la lógica de segundo orden en el marco de la teoría de conjuntos. Eso lo que quiere decir es que las fórmulas de segundo orden se asimilan a conjuntos y podemos, consiguientemente, hablar de ellas en el lenguaje en el que tratamos de conjuntos, $L^{\in}$, de la misma forma en la que hablamos de cualquier otro conjunto. Además, los conceptos de sistema estándar y los de satisfacibilidad y validez se introducen asimismo en el marco de teoría de conjuntos. Igualmente, se puede describir el concepto de secuente y el de deducibilidad de **SOL** y desarrollar la sintaxis de **SOL** en teoría de conjuntos mediante una sentencia de $L^{\in}$. Caso de ser completa, la prueba de completud puede hacerse con recursos limitados, usando la base axiomática de teoría de conjuntos, *ZFC*.
6. Pero no sólo sucede que los recursos de la teoría de conjuntos usados para desarrollar la sintaxis no son muy profundos, sino que también las fórmulas de $L^{\in}$ que expresan derivabilidad son extremadamente simples; son fórmulas cuya verdad no se alteraría por el paso de un universo matemático a otro que contuviera más conjuntos.

*2.2. Teorema de incompletud*

No existe un cálculo correcto y completo para la lógica de segundo orden estándar (suponiendo que *ZFC* sea consistente).

*Demostración:*

Suponed que *ZFC* fuera consistente y que tuviéramos un cálculo correcto **CAL** para **SOL**. Aceptemos también los supuestos iniciales mencionados anteriormente; es decir, que en la representación en teoría de conjuntos de **SOL** estamos efectuando tanto el teorema de completud como el de corrección se representan mediante la fórmula $L^{\in}$ *y* que, caso de que en efecto el cálculo tenga estas propiedades, la prueba se puede llevar a cabo usando la base axiomática de *ZFC*.

Por el teorema de Cohen, hay un modelo $\mathcal{U}=\langle \mathcal{W}, \in^{\mathcal{U}} \rangle$ de $ZFC + \neg\ GCH$. Es decir, un modelo de la teoría de conjuntos en el que la hipótesis generalizada del continuo no vale.

Sea $\mathcal{L} \subseteq \mathcal{W}$ su parte constructible. Entonces, por el teorema de Gödel, $\mathcal{L}= \langle \mathcal{L}, \in^{\mathcal{L}} \rangle$ es un modelo de *GCH* (donde $\mathcal{L} \sqsubseteq \mathcal{U}$; esto es, $\in^{\mathcal{L}} = \in^{\mathcal{U}} \cap (\mathcal{L} \times \mathcal{L})$).

Como se señaló con anterioridad, en **SOL** podemos expresar *GCH* mediante la fórmula $\varphi_{GCH}$. Por consiguiente, tenemos

> $\vDash$s.s $\varphi_{GCH}$ syss *GCH* es verdadera en "el" universo matemático.

Por consiguiente, mientras que L sea nuestro universo matemático,

$$\vDash \text{s.s } \varphi_{GCH}$$

Pero nosotros estamos representando en teoría de conjuntos la lógica y la metalógica de **SOL** y habíamos dicho que la validez puede ser introducida en teoría de conjuntos usando el lenguaje $L^{\in}$. Así la fórmula de primer orden que la expresa es válida en el universo constructible. Por lo tanto,

(*)

$$\mathcal{L} \text{ es modelo de "}[\vDash \text{s.s } \varphi_{GCH}]\text{"}$$

Supongamos ahora que el cálculo **CAL** para **SOL** no sólo es correcto, sino también completo. Estas propiedades pueden ser expresadas en $L^{\in}$ *y* su demostración llevarse a cabo con recursos limitados de teoría de conjuntos; en cualquier caso, recursos contenidos en *ZF* (el axioma de elección se necesitará cuando el lenguaje no sea numerable sino supernumerable). Por lo tanto,

$$ZFC \vdash \text{" [\textbf{CAL} es completo con S.S ]"}$$

donde, de nuevo, " [**CAL** es completo con S.S ]" es una sentencia de $L^{\in}$.

Por consiguiente, eliminando el cuantificador, obtenemos

$$ZFC \vdash \text{"}[\vDash s.s\, \varphi_{GCH}]\text{"} \rightarrow \text{"}[\vdash CAL\, \varphi_{GCH}]\text{"}$$

Puesto que $\mathcal{L}$ es un modelo de *ZFC* (por el teorema de Gödel) y suponemos corrección en el metalenguaje,

$$\mathcal{L} \text{ es un modelo de "}[\vDash \text{s.s } \varphi_{GCH}]\text{"} \rightarrow \text{"}[\vdash CAL\, \varphi_{GCH}]\text{"}$$

Usando (*)

$$\mathcal{L} \text{ es un modelo de "}[\vdash CAL\, \varphi_{GCH}]\text{"}$$

Ahora es cuando se da el paso crucial: como señalamos anteriormente, la fórmula que expresa derivabilidad en el cálculo es de un tipo muy peculiar puesto que su valor de verdad no cambia al pasar del universo constructible al completo $\mathcal{U}$ (aquí L es una subclase transitiva de $\mathcal{W}$ ). Es decir, esta fórmula es una fórmula de las denominadas persistentes. Luego,

(**)

$$\mathcal{U} \text{ es un modelo de } \text{“}[\vdash_{CAL} \varphi_{GCH}]\text{”}$$

Veremos también que la fórmula de $L^{\in}$ que expresa la validez de $\varphi_{GCH}$ es verdadera en U.Para obtener este resultado usamos varios hechos: (1) que la corrección lógica de segundo orden es demostrable en teoría de conjuntos a partir de la base axiomática de *ZFC*, (2) que U es un modelo de *ZFC y* (3) corrección de la teoría de conjuntos del metalenguaje.

En primer lugar, la corrección de **SOL** es expresable en teoría de conjuntos y su demostración puede probarse en teoría de conjuntos.

$$ZFC \vdash \text{“ [}\mathbf{CAL} \text{ es correcto con S.S]”}$$

Por lo tanto,

$$ZFC \vdash \text{“}[\vdash_{CAL} \varphi_{GCH}]\text{”} \rightarrow \text{“}[\vDash_{s.s} \varphi_{GCH}]\text{”}$$

Puesto que $\mathcal{U}$ es un modelo de ZFC y aceptamos corrección en el metalenguaje (la teoría de conjuntos), usando (**) obtenemos

$$\mathcal{U} \text{ es un modelo de “}[\vDash \text{s.s } \varphi\text{GCH}]\text{”}$$

Por consiguiente, cuando nuestro universo sea U,

$$\vDash \text{s.s } \varphi\text{GCH}$$

Pero U no es un modelo de GCH, nosotros hemos partido de un modelo obtenido mediante forcing que demostraba el teorema de Cohen. Por consiguiente, siempre que U sea el universo matemático,

$$\nvDash \text{ s.s } \varphi GCH$$

Esto constituye una contradicción. ■

Hemos utilizado resultados conocidos de Cohen y Gödel y hemos generado una contradicción: Dependiendo del Universo matemático en el que nos movamos la hipótesis del continuo es verdadera o no, y la fórmula φGCH de segundo orden que la expresa es válida o no. Esto no constituye en sí misma una contradicción, pero si SOL tuviera un cálculo completo, dicha fórmula habría de ser derivable en un caso y no derivable en el otro. Pero esto es imposible porque el concepto de derivabilidad es tan simple que no debería afectarle el cambio de universo matemático. De aquí nace, justamente, la contradicción que prueba la incompletud de SOL.

Es tal vez importante insistir en que la contradicción es que φGCH debe ser válida y no válida en el mismo universo matemático, $\mathcal{U}$. Sabíamos desde el principio que mientras estuviéramos en $\mathcal{U}$ la fórmula φGCH de SOL no sería válida pero que en su parte constructible, $\mathcal{L}$ sí que lo sería; esto no es ninguna contradicción. Esto no es más que una obviedad que viene siendo destacada desde antiguo: Henkin, Church, Quine, etc. son conscientes de que con la lógica de segundo orden traspasamos la frontera de la teoría de conjuntos. En los libros de texto de Enderton, Ebbinhaus-Flum-Thomas y en el artículo de van Benthem y Doets del Handbook of Mathematical Logic ya se apuntan algunos problemas de esta índole. Evidentemente, sin ser una contradicción es un aviso de que algo falla con la semántica estándar. La contradicción de verdad llega cuando se impone la completud de SOL. Usándola, podemos dar el salto desde validez a derivabilidad y entonces la conexión entre los modelos de Cohen y Gödel se consigue usando la propiedad de persistencia de la fórmula que expresa demostrabilidad.

Remark 5 *Este procedimiento es fácilmente exportable; toda lógica capaz de expresar conceptos no absolutos, independientes de ZFC, tiene que ser incompleta pues la fórmula de esta lógica que expresa su validez no puede ser equivalente a la que expresa su derivabilidad.*

### *2.3. Conclusión*

¿Cuál es la conclusión de todo esto?

Hay una lección que deberíamos aprender y esta lección tiene varias lecturas posibles.

(1) Hay una lectura conservadora arcaizante. Esta lectura nos dice: No deberías haber dado a tu lógica tanto poder expresivo porque entonces se te vuelve respondona y no cumple su obligación de tener engrasada y dispuesta la maquinaria deductiva. Es evidente que no puedes tener las dos cosas a la vez; esto es, poder expresivo y buenas propiedades lógicas. De hecho, sabemos por el teorema de Lindström, demostrado hace más de veinte años, que la lógica de primer orden es la lógica más potente que verifica simultáneamente completud, compacidad y Löwenheim-Skolem.

(2) Hay una lectura más liberal según la cual admitimos que hemos cometido diversos errores al definir la semántica estándar para **SOL**. En nuestras estructuras o sistemas estándar tomamos el conjunto de las partes del universo de individuos como universo de conjuntos y el de las partes de producto cartesiano del universo de individuos como universo de relaciones.

Al hacer esto la noción de subconjunto la tomamos de la metateoría de conjuntos (la estamos tratando como una noción "lógica", como se toma a la identidad en la lógica de primer orden, y por consiguiente la tomamos del metalenguaje). El problema es que la categoría de ser un subconjunto es muy poco descriptiva, muy laxa, y terminamos en una lógica no absoluta. Pero, bien mirado, la propia semántica estándar puede ser considerada como una especie de error.

Tras meditar sobre el argumento anterior concluimos que la incompletud de la lógica de segundo orden con semántica estándar nada tiene que ver con la naturaleza del razonamiento de segundo orden, sino con el modo en que ha sido construido el "modelo" de razonamiento de segundo orden en la semántica estándar. Sin quererlo, al construir el modelo de segundo orden hemos ligado la metateoría de conjuntos, *ZFC*, a la semántica estándar de segundo orden, que es nuestro lenguaje objeto. Los efectos secundarios que se han producido en consecuencia no están relacionados con la naturaleza del fenómeno sino con el modo de construir el modelo. Se podría establecer un paralelismo con el fenómeno que se produce en las ciencias experimentales cuando el observador incide sobre lo observado.

(3) Este tipo de consideraciones nos llevan a la necesidad de dar versiones absolutas de las lógicas que no lo sean. El pionero fue Henkin, que en 1949 dio una versión absoluta de la lógica de segundo orden. Y es así como los resultados se invierten para obtener finalmente un resultado feliz: Podemos hacer que SOL sea una lógica completa modificando la semántica. (Se me podría objetar que de fin feliz nada y que el precio de la completud es muy alto, pero ¿quién quiere hablar ahora de precios?)

## *3. Apéndice*

### *3.1. La jerarquía de los conjuntos de Zermelo-Fraenkel.*

Puesto que el concepto de conjunto y el de pertenencia son primitivos en teoría de conjuntos, lo que sigue no es, ni pretende serlo, una imagen intuitiva. El supuesto fundamental es que los conjuntos se construyen por niveles y que por lo tanto no nos vienen dados en bloque desde un principio. En cada nivel formamos nuevos conjuntos a partir de los conjuntos de los que disponemos hasta ese nivel; es decir, los ya formados. Para evitar posibles problemas al seleccionar conjuntos que han de formar colecciones nuevas (por ejemplo, pudiera requerirse que el universo de todos los conjuntos fuera ya una colección definida) y siendo especialmente sensibles a los casos de circularidad que pudieran producirse, se acepta sin restricciones la operación de formación de partes de un conjunto. Dado un conjunto $x$ ponemos en $\mathcal{P}x$ a todos los subconjuntos $x$, sin mediar descripción alguna: $\mathcal{P}x = \{y/\ y \subseteq x\}$. Necesitaremos, no obstante, a los números ordinales $\Omega$, para disponer los niveles, pero esto no es un problema grave porque lo que estamos haciendo ahora es proporcionar una imagen intuitiva; no estamos definiéndolos en un sentido técnico o fuerte.

Mediante recursión sobre los ordinales formamos la cadena de los distintos niveles

$$\mathcal{V}(0) \subseteq \mathcal{V}(1) \subseteq \mathcal{V}(2) \subseteq \ldots$$

de la siguiente forma:

$$\mathcal{V}(0) = \varnothing$$

(en el primer nivel ponemos el conjunto vacío)

$$\mathcal{V}\ (1) = \mathcal{P}\mathcal{V}\ (0) = \{\varnothing\}$$

(en el segundo nivel ponemos el conjunto cuyo último elemento es el conjunto vacío)

De hecho, siempre que tengamos un nivel $\mathcal{V}$(n) construiremos el nivel

$$\mathcal{V}(n+1) = \mathcal{P}\mathcal{V}\ (n)$$

(en este nivel estarán todos los conjuntos que se pueden construir usando los conjuntos del nivel anterior)

Para construir el nivel $\mathcal{V}(\omega)$ tomamos la unión infinita de los niveles previos

$$\mathcal{V}(\omega)=\mathcal{V}(0)\cup\mathcal{V}(1)\cup\mathcal{V}(2)\ldots$$

y continuamos,

$$\mathcal{V}\ (\omega+1) = \mathcal{P}\mathcal{V}\ (\omega).$$

En general, para cada ordinal sucesor $\beta = \alpha+1$

$$\mathcal{V}(\beta) = \mathcal{P}\mathcal{V}\ (\alpha).$$

y para cada ordinal límite $\lambda$

$$\mathcal{V}(\lambda)=\bigcup_{\alpha<\lambda}\mathcal{V}(\alpha)$$

Naturalmente, esta cadena no tiene fin, pero como axioma añadimos el siguiente principio

$$\mathcal{V} = \bigcup_{\beta\in\Omega}\mathcal{V}(\beta)$$

Que dice lo siguiente: serán conjuntos todos los miembros de los distintos niveles de la jerarquía, y nada más que eso será un conjunto.

Esta es la descripción habitual de la jerarquía de

Zermelo, que se representa normalmente como un cono en cuyo eje se sitúan los ordinales. A mí me gusta representarlos como una escalera interminable en cuya superficie se hallan los ordinales.

*3.2. Clases y conjuntos de Gödel-Bernays-Neumann.*

La única diferencia que representa esta jerarquía respecto a la jerarquía de Zermelo es que *GBN* termina, ya que se añade un nivel superior en donde se aceptan como clases todas las colecciones de conjuntos de V; incluso la clase Ω de los ordinales o la propia V, formada por los conjuntos. Estas son lo que se denominan las clases últimas en la presentación habitual.

En *GBN* tenemos un axioma de definición de clases sin restricciones. Intuitivamente, el axioma dice que toda subcolección de V se añade a V para obtener $V^+$. De esta forma

$$\mathcal{V}^+ = \mathcal{V} \cup \{\{x \in \mathcal{V} / \varphi\} / \varphi \in FORM(L^{\in})\}$$

*3.3. El universo constructible.*

Dentro de cualquier modelo de Zermelo-Fraenkel, $\mathcal{U} = \langle \mathcal{V}, \in^{\mathcal{U}} \rangle$, hay siempre un modelo que normalmente es más pequeño formado por su parte constructible. La parte constructible de un modelo *ZF* es el menor submodelo de *ZF* que contiene los números ordinales y que continúa siendo modelo de *ZF*.

Por analogía con la jerarquía de Zermelo $\mathcal{V}(\alpha)$, donde $\alpha$ es un ordinal, daremos una imagen intuitiva de la jerarquía constructible $\mathcal{L}(\alpha)$. Empezamos como en $\mathcal{V}$ con el conjunto vacío y coincidiendo con los ordinales límite hacemos la recopilación de todo lo anterior tomando la gran unión de todos los niveles ya construidos. La única diferencia afecta al paso crucial $\alpha+1$: mientras que en $\mathcal{V}(\alpha+1)$ tomábamos a todos los subconjuntos de $\mathcal{V}(\alpha)$, en $\mathcal{L}(\alpha+1)$ tomamos a una selección de ellos. Al formar $\mathcal{V}(\alpha+1)$ habíamos definido $\mathcal{V}(\alpha+1) = \mathcal{P}\mathcal{V}(\alpha)$, así incluimos en $\mathcal{V}(\alpha+1)$ a conjuntos que nunca podrían ser ni definidos ni descritos en el lenguaje de la teoría de conjuntos $L^{\in}$, dichos conjuntos han sido descritos mediante la cualidad de ser un subconjunto, que no es nada descriptiva. De esta manera, al tomar estos conjuntos sin casi descripción, no sabemos muy bien qué conjuntos estamos aceptando. Por el contrario, al formar $\mathcal{L}(\alpha+1)$ tomaremos sólo los subconjuntos definibles de $\mathcal{L}(\alpha)$. Es decir, mediante recursión sobre los números ordinales definimos la jerarquía de conjuntos como sigue

Para $\alpha=0$, entonces,

$$\mathcal{L}(\alpha)=\varnothing.$$

Si $\alpha=\beta+1$, entonces

$$\mathcal{L}(\alpha)= PARAM.DEF(\mathcal{L}(\beta),L^{\in})$$

(donde $\mathcal{L}(\beta)= \langle \mathcal{L}(\beta),\in^{\mathcal{U}}\cap \mathcal{L}(\beta)^2\rangle$)

Si $\alpha$ es un ordinal límite, entonces

$$\mathcal{L}(\alpha)=\bigcup_{\beta<\alpha}\mathcal{L}(\beta)$$

Un conjunto $X$ es *constructible* syss hay un $\alpha$ tal que $X \in$ L $(\alpha)$.

La clase de todos los conjuntos constructibles se denomina universo constructible y es denotada por L. Es decir,

$$\mathcal{L}=\bigcup_{\beta\in\Omega}\mathcal{L}(\beta)$$

Si comparamos a L con la jerarquía de Zermelo vemos que $\mathcal{L}(\alpha) \subseteq \mathcal{V}(\alpha)$ para todo $\alpha$. De hecho, puesto que los conjuntos finitos pueden definirse con facilidad,

$$\mathcal{L}(n)=\mathcal{V}(n)$$

y por lo tanto

$$\mathcal{L}(\omega)=\mathcal{V}(\omega)$$

Normalmente, sin embargo,

$$\mathcal{L}(\omega+1)\neq\mathcal{V}(\omega+1)$$

porque en $P\,\omega$ puede haber una cantidad supernumerable de conjuntos y sólo una cantidad numerable de ellos pueden definirse mediante fórmulas de $L^{\in}$. También se ve fácilmente que L $(\alpha)\subseteq$ L $(\beta)$ cuando $\alpha\leq\beta$. Pero si comparamos el ritmo de crecimiento de esta jerarquía con la de Zermelo, el de la constructible es bastante lento.

### *3.4. El axioma de constructibilidad.*

El axioma de constructibilidad equivale a la afirmación de que todo conjunto es constructible. Esto significa que sólo aceptamos como conjuntos a los conjuntos constructibles. De manera informal expresamos este axioma así: $\mathcal{V}=\mathcal{L}$.

Universidad de Salamanca

REFERENCIAS

Benthem, J & Doets, K., «Higher-order logic». En Gabbay, D & Guenthner, F. eds., 1983- 1984, Vol. I, pp. 275-329.

Church, A., «A formulation of the simple theory of types», *The Journal of Simbolic Logic,* 1940, vol. 5, pp. 56-68.

Church, A., «The calculi of lambda-conversion», Annals of Mathematical Studies, (1941), num. 6, Princeton, Princeton University Press.

Church, A., *Introduction to Mathematical Logic,* 1956, Princeton, Princeton University Press.

Ebbinhaus, H. D. & Thomas, W., *Mathematical Logic*, 1984, Berlin, Springer-Verlang.

Enderton, H. B.,. *A Mathematical Introduction to Logic.,* 1972, New York, Academic Press.

Frege, G., *Begrgriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formlesprache des rinen Denkens.* Traducción al inglés en van Heijenoort, J. ed., 1967, (1879), pp. 5-82.

Gabbay, D. & Guenthner, F. eds., 1983,1984*, Handbook of Philosophical Logic.,* vol. I-II, Reidel Publishing Company.

van Heijenoort, J., *From Frege to Gödel, a source book in mathematical logic,* 1967, Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Henkin, L., «The completeness of the first order functional calculus». *The Journal of Simbolic Logic*, 1949, vol. 14, pp. 159-166.

Henkin, L., «completeness in the theory of types», *The Journal of Symbolic Logic,* 1950, vol. 18, num. 3, pp. 201-208.

Henkin, L., «Banishing the rule of substitution for functional variables». *The Journal of Symbolic Logic,* 1953, vol. 18, num. 3, pp. 201-208.

Hilbert, D. and Ackermann, W., *Grundzege der theoretischen Logik,* 1928, Englishh translation in Hilbert & Ackermann, 1938.

Hilbert, D. and Ackermann, W., *Principles of Mathematical Logic*, 1938, New York, Chesea.

Kneale, W. & Kneale, M., *The Development of Logic,* 1962, Oxford, The Clarendon Press.

Kurucz, A, Manzano, M. & Sain, I., «How to Increase applicability of mathematical concept of higher order logic to real higher order phenomena». *Logic @ Work,* Oxford,1992, Oxford University Press.

Manzano, M.*, Teoría de Tipos,* 1980, Barcelona, Ediciones de la Universidad de Barcelona.

Manzano, M.*,* «Los sistemas generales», en Estudios de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Serie: Manuales Universitarios, 1982, Salamanca, Ediciones de la Universidad de Salamanca.

Manzano, M.*, Teoría de modelos.* AUT/126, 1989, Madrid, Alianza Editorial.

Manzano, M., «Introduction to Many-sorted Logic», en Meinke & (eds.), 1993.
1996. Extensions of First Order Logic. Cambridge Tracts in Theoretical Computers Science. Cambridge: Cambridge University Press.

Meinke, K. & Tucker, J., eds., *Many-Sorted Logic and its Applications,* 1993, Chichester, John Wiley & sons.

Russell. B., «Mathematical Logic as based in the theory of tipes», 1908, en van Heijenoort, J. ed.,1967.

Tarski, A., «Sur le terme primitif de la logistique», *Fundamenta Mathematicae,* 1923, Vol. IV, pp. 196.

Tarski, A. 1956. «The concept of truth in formalized languages» en Tarski, 1956, *Logic, semantics, metamathematics,* Papers from 1923 to 1938, Oxford, Clarendon Press.

EPISTEME NS, Vol. 21, Nº 1, 2001, pp.55–65

NOTAS Y DISCUSIONES

ALEXANDRA MULINO

# LAKATOS DESDE LAKATOS: LA RECONSTRUCCIÓN RACIONAL EN CUESTIÓN

*Resumen:* Estudiando con detenimiento las tesis teórico–metodológicas de Lakatos, nos hemos percatado que establece, sin antes recurrir al proceso de *reconstrucción racional,* que un modelo teórico es un *programa de investigación científica.* De acuerdo con nuestra investigación creemos que el peligro que se corre, a nivel teórico–metodológico, al no aplicar este proceso de reconstrucción, es que cualquier modelo teórico puede alcanzar el *status* de programa de investigación científica. *Verbi gratia,* esto es lo que nos muestra Ernesto Battistella al evaluar desde esta metodología *El Malleus Maleficarum -El martillo de las brujas-* de Kramer y Spranger. Ahora bien, en el caso de la teoría marxista, el filósofo húngaro incurre en un doble error. En primer lugar, determina que el materialismo histórico es un programa de investigación científica regresivo sin antes apelar al proceso de reconstrucción y, en un segundo momento, no especifica a cuál modelo marxista someterá a estudio. Recuérdese que no sólo hallamos las obras de los fundadores (Marx y Engels) sino, también, la de una gran cantidad de pensadores marxistas, *v.gr.*, entre otros, Lenin, Luxemburgo, Gramsci, etc. Por ello, consideramos que *prima facie* el investigador debe conocer la base metodológica que sostiene la teoría que pretende pesquisar. Así, pues, en el proceso mismo de reconstrucción juega un papel importante el criterio demarcatorio lakatosiano.

*Palabras claves:* programa de investigación científica (progresivo y regresivo), historia interna/historia externa, interacción crítica.

# LAKATOS FROM LAKATOS'S: THE RATIONAL RECONSTRUCTION QUESTIONED

*Abstract:* When analyzing Lakatos's theoretical and methodological proposals, it has been found that, without going through rational reconstruction, he states that a specific theoretical model is a scientific research program. According to my perspective, with such statement we run the risk of considering any theoretical model a program of scientific research. For instance, this can be noticed in Batistella's evaluation of Kramer and Spranger's *El Maleus Malleficarum* (The Witches' Hammer) following such methodology. In the case of Marxism, Lakatos makes a double mistake. First, he states that historical materialism is a regressive program of scientific research, without previous utilization of reconstruction. Second, he is not explicit about what of the various marxist models is being addressed. We have not only the works of the founders (Marx, Engels) but also those of a group of marxist thinkers (e.g. V.I. Lenin, R. Luxemburg, A. Gramsci, among others). Following this, we think that academics must know *prima facie* the foundations on which the theory at hand is grounded. In this sense, the lakatosian demarcatory principle plays a key role in the reconstruction process itself.

*Keywords:* Scientific Research Program (progressive/regressive), internal/external history, critical interaction.

En muchas oportunidades a lo largo de la lectura de las tesis de Lakatos, hemos observado que establece *a priori,* es decir, sin recurrir al *proceso de reconstrucción,*[1] *que un modelo teórico es un programa de investigación científica*[2]*.* Por ejemplo, el autor afirma que "*(...) la teoría de la gravitación de Newton, la teoría de la relatividad de Einstein, la mecánica cuántica, el marxismo, el freudianismo, entre otros, son todos programas de investigación (...)*".[3] Lakatos califica estas teorías de programas de investigación sin antes efectuar un análisis detallado de su dispositivo interno-normativo. Por otra parte, el filósofo húngaro expone que la metodología de los programas de investigación "*traza una demarcación entre historia interna y externa, que es notablemente diferente de la trazada por otras teorías sobre*

1 Hemos considerado pertinente, para la mejor comprensión de este breve trabajo, citar el concepto de *reconstrucción racional* definido por Lakatos: *"Lo que yo he llamado reconstrucción racional de la historia de la ciencia, es el uso de tal premisa [la de que el historiador debe necesariamente recurrir a criterios o modelos conceptuales del desarrollo interno de la ciencia para poder explicar su evolución] en los esquemas explicativos que describen el cambio científico. Hay distintas reconstrucciones racionales rivales para cualquier cambio histórico, y una reconstrucción es mejor que otra si explica más de la historia real de la ciencia; (...) [ el autor en relación con el concepto nos aclara que no ha ] propuesto una reconstrucción racional de la historia en oposición a una descripción o explicación de la misma. Por el contrario, mantengo que todos los historiadores de la ciencia defensores de que el progreso de la ciencia es progreso del conocimiento objetivo utilizan, les guste o no, alguna reconstrucción racional*". (Lakatos, I., *La metodología de los programas de investigación científica* , pp. 245-246.).

2 Consiste en una serie de teorías científicas en desarrollo histórico unidas por un *núcleo firme* común y un *cinturón protector* de hipótesis auxiliares que protege al núcleo de posibles refutaciones.

3 *Ibid.,* p.14.

*la racionalidad*"[4], y señala *que "lo que para un falsacionista parece como el fenómeno (...) de adhesión irracional a una teoría <refutada> o inconsistente [*y que por ello él relega a la historia externa]*, puede ser perfectamente explicado internamente en mi metodología como una defensa racional de un programa de investigación prometedor*"[5]. Mientras que, por ejemplo, el inductivismo como metodología "*no puede suministrar una explicación racional <interna> de por qué ciertos hechos fueron seleccionados en lugar de otros. Para él, éste es un problema no racional, empírico y externo.*"[6] Pero no es posible asegurar que una teoría es un programa de investigación sin examinar, previamente, los criterios metodológicos que llevarán a la demarcación entre lo normativo-interno y lo empírico-externo propia de la teoría que se somete a estudio. El peligro que se corre, a nivel teórico-metodológico, al no aplicar este proceso de reconstrucción racional, es que cualquier modelo teórico puede alcanzar el *status* de programa de investigación científica. Es decir, que puede ser evaluado bajo criterios de racionalidad objetivos (en este caso según las reglas metodológicas, heurística negativa y heurística positiva, de un programa de investigación) que no correspondan con la base teórico-operacional que lo sostiene. Por ello, Lakatos al no aclarar lo suficiente la naturaleza del proceso de reconstrucción -que permite conocer la demarcación que traza una metodología entre la historia externa y la historia interna- ofrece la oportunidad de tergiversar los criterios teóricos y metodológicos aplicables a determinados *programas de investigación,* haciendo posible atribuir *reglas metodológicas* a modelos que, en algunos casos, ni siquiera pertenecen al campo de la racionalidad científica. Esto es lo que muestra, por ejemplo, Ernesto Battistella al evaluar desde esta metodología *El Malleus Maleficarum*[7] *–El martillo de las brujas–* de Heinrich Kramer y

---

4 *Ibid.,* p. 149.

5 *Ibidem.*

6 *Ibid.,* p. 137.

7 Battistella, E., «Malleus Maleficarum an Malleus Lakati?», *Episteme NS,* Caracas, Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación, UCV. 1981, p.5.

James Spranger. El filósofo argentino explica el programa de investigación brujeril que "*se organiza en torno al 'Malleus': ingeniosas hipótesis auxiliares y teorías subsidiarias se constituyen en sólido "cinturón protector" del núcleo inicial (palmariamente irrefutable por decisión "metodológica" de S.S. Inocencio VIII)*"[8]. Battistella, justamente, revela el error de evaluar cualquier modelo desde la lógica de los programas lakatosianos (como, por ejemplo, el '*Malleus*' por él descrito) por la escasa y deficiente explicación que ofrece el propio Lakatos del procedimiento de reconstrucción racional. En palabras de Battistella, "*Lakatos arguye que los juicios de valor, fundados en los criterios de demarcación empirista y racionalista desterraron de la historia de la ciencia auténtica a teorías como la del flogisto, confinándolas en la ergástula de las creencias irracionales. De ahí [que Lakatos] nos exhorte a la reconstrucción racional (...)*"[9]. Más adelante señala que "*si los criterios clásicos de demarcación representaban una atroz cortapisa para los científicos que a ellos se atuvieron, la promiscuidad alentada por la metodología de los programas de investigación tolera vivaquear gratuitamente, en el campo de la ciencia, a casi todo torvo detrito de indigestiones conceptuales*"[10]. No obstante, una vez que se hubiera establecido el carácter científico de una teoría objeto de estudio, por criterios de los que, ciertamente, no da debida cuenta el enfoque lakatosiano, nos parece que la metodología de los programas de investigación de Lakatos puede servir para evaluar las pautas por las que progresa dicha teoría científica; en particular si es un programa de investigación progresivo o regresivo, y si la demarcación que ella misma establece entre su propia historia interna y externa permite calificar su desarrollo como internalista (por elaboración y expansión de su propio núcleo teórico), es decir, fundado sobre bases lógico-epistemológicas, o externalista (por descripción de la historia empírico-social), o sea, por la pre-

El autor estudia la versión inglesa del *Malleus Maleficarum*, editada por Dover en 1971, prologada, traducida y anotada por el Rev. M. Summers.

8 *Ibid.,* p.7.

9 *Ibid.,* p. 8.

10 *Ibidem.*

sentación y el reacomodo de las hipótesis *ad hoc.* Ahora bien, si por una parte aceptamos que Lakatos no explicó en profundidad el proceso de reconstrucción racional y todos aquellos criterios pertinentes a la necesaria reflexión metodológica, tampoco creemos que un modelo de pensamiento como el expresado en el *'Malleus Maleficarum'*, de Kramer y Spranger, pudiera calificar como proyecto de investigación científica, cualquiera que fuese el criterio de racionalidad que Lakatos tuviera en mente. *'El martillo de las brujas'* es un tratado mágico-religioso plagado de juicios de valor y, por ende, carente de estatuto científico. Es por esta causa que no es posible aplicarle el proceso de reconstrucción racional ya que la interacción crítica entre la historia interna y la historia externa, en ese modelo religioso-medieval, carece de absoluto *sentido lógico.* En el caso del marxismo la situación se torna complicada. El problema principal estriba en que, cuando Lakatos habla de este modelo de pensamiento político-social, no aclara a cuál marxismo se refiere. Es decir, en la historia del marxismo occidental, no sólo encontramos las obras de los fundadores del materialismo histórico (Marx y Engels) sino, también, la de una gran cantidad de pensadores marxistas, por ejemplo, entre tantos, encontramos las propuestas de Lenin, Luxemburgo, Gramsci, Luckács, etc., que reformularon o enriquecieron las tesis originales. Al respecto, Ralph Miliband, destacado marxólogo inglés, expone que "*la primera dificultad radica en el mismo término de 'marxismo'. Marx murió en 1883, y el propio marxismo (...) fue posteriormente muy ampliado, ante todo por Engels, durante los muy activos y prolíficos doce años que sobrevivió a Marx y, después, por una serie de figuras más o menos importantes, durante los años siguientes hasta nuestros días*".[11] Por lo tanto, en el caso del marxismo es necesario identificar primeramente la concepción teórica con la que se quiere hacer referencia. Luego, en un segundo momento, antes de determinar si es un "*PIC progresivo o regresivo*", es necesario apelar a su *reconstrucción racional.* En suma, Lakatos, de acuerdo con nuestra interpretación del problema, comete un error al afirmar que el

---

11 Miliband, R., *Marxismo y política,* Madrid, Siglo Veintiuno, 1978, p. 5.

marxismo es un PIC regresivo en tanto (a) no explicó a cuál marxismo se refería y (b) no aplicó al modelo teórico seleccionado un procedimiento de *reconstrucción racional.* Es decir, consideramos que admitir de antemano que un cuerpo teórico es un PIC es de suma gravedad, ya que se podría estar examinando un *corpus* de pensamiento fundado en esquemas de *racionalidad* distintos. Por ello, en una primera fase, es necesario conocer la base metodológica (inductivismo, falsacionismo, convencionalismo, etc.) que sostiene la teoría que se pretende pesquisar. Por ejemplo, en el caso del marxismo, un historiador de la ciencia al seleccionar una serie de teorías no puede someterlas a un proceso de evaluación sin antes reconstruir su historia interna. Pero lo más importante para el historiador de la ciencia es conocer cuál es la metodología en la que se fundamenta dicha historia interna. En esto reside el proceso de *reconstrucción racional:* en develar la lógica del aspecto *interno-normativo* de la teoría. Ahora bien, con respecto al proceso de reconstrucción, Lakatos advierte -como hemos señalado *supra*- que, en primer lugar, un investigador "*deberá reconstruir la sección relevante del crecimiento del conocimiento científico objetivo, esto es, la sección relevante de la historia interna*".[12] Así, pues, en el proceso mismo de reconstrucción juega un papel importante el criterio *demarcatorio* lakatosiano. Con esto queremos significar que si el historiador de la ciencia quiere conocer cuál es la metodología que sostiene la teoría que pretende someter a evaluación, deberá investigar cuál sección de la línea demarcatoria (historia interna/historia externa) prevalece en la reconstrucción racional de la misma. Es decir, es necesario determinar si los investigadores han elaborado sus modelos y teorías tomando en cuenta principalmente variables externas o bien la propia historia interna del tema en cuestión. Esta es la propuesta lakatosiana que se orienta a precisar la base metodológica de las teorías en estudio. El nuevo enfoque, propuesto por Lakatos, hacia el

---

12 Lakatos, I., *La metodología de...*, cit., p. 154. En suma, el aporte más importante de Lakatos consiste en demostrar que el conocimiento científico crece racionalmente y que la historia de la ciencia puede ser reconstruida según pautas de racionalidad.

problema de la demarcación, contribuye así a descubrir y evaluar la metodología que determina las características y, por ende, la racionalidad de la dimensión interna (teórico-epistemológica) de una teoría. No olvidemos que Lakatos afirma que tanto "*los historiadores como los filósofos de la ciencia deben considerar la interacción crítica entre factores internos y externos.*"[13] Por tal motivo, nos atrevemos a decir que el punto neurálgico de una reconstrucción racional se halla en la *interacción crítica*[14] de los factores internos (que es lo fundamental) y externos (que es secundaria). En última instancia, es esta interacción crítica la que define las particularidades de la metodología o racionalidad de la investigación de un cuerpo teórico. Por ejemplo, "*el historiador inductivista sólo acepta dos clases de descubrimientos científicos genuinos: las proposiciones fácticas sólidas y las generalizaciones inductivas. Éstas y sólo éstas constituyen la espina dorsal de su historia interna.*"[15] Mientras que la metodología de los programas de investigación científica "*insiste en la verdadera rivalidad técnica y empírica de los principales programas de investigación, en los desplazamientos progresivos o regresivos de problemática y en la victoria, que emerge lentamente, de un programa sobre otro*".[16] Algunos autores, como, *verbi gratia*, Esteban Medina, no toman en cuenta, al estudiar la propuesta demarcatoria del filósofo húngaro, esta tesis citada de la interacción crítica, desembocando, así, en juicios de orden teórico carentes de objetividad. El sociólogo español, en un primer

---

13 *Ibid.,* p. 178.

14 Cuando Lakatos explica que la historia interna es lo principal y la historia externa secundaria, no nos está diciendo que la historia externa debe ser relegada al mundo de la irracionalidad. Al contrario, intenta mostrarnos que todo proceso de evaluación científica debe tomar en cuenta la dimensión externa de una teoría, siempre y cuando ésta quede enteramente explicada por la historia intelectual del programa. Ahora bien, es necesario aclarar que el autor en ningún momento define el concepto de interacción crítica, tan sólo se limita a explicarnos que es una tesis importante que debe ser asumida por el historiador de la ciencia durante el proceso de reconstrucción de un programa de investigación científica. Esta interpretación del concepto la hemos desarrollado sobre la base de algunas ideas expuestas por el filósofo húngaro a lo largo de su texto *La metodología de los programas de investigación científica.*

15 *Ibid.,* p. 137.

16 *Ibid.,* p. 154.

momento, señala que "*el debate internalismo-externalismo carece de sentido (...) La falta de equilibrio de Lakatos, para quien dadas varias metodologías rivales se debe elegir aquella según la cual resulta interna y racional la mayor parte de la historia de la ciencia, me parece un camino equivocado. Condenar lo externo a la irracionalidad (...) supone ignorar fuentes esenciales en la reconstrucción de los procesos científicos*".[17] En segundo lugar -continúa este autor- "*trata de ofrecer un instrumento que permita decidir entre metodologías rivales (...) juzgándolas a la luz de la historia de la ciencia, [pero] dado que reconstruimos la historia de la ciencia de acuerdo con el a priori vendrán a dar la razón al criterio seleccionador utilizado, por lo que haremos reconstrucciones tautológicas o acabaremos en paradojas inaceptables*".[18] Medina en su exposición soslaya la mencionada tesis de la *interacción crítica* entre la historia interna y la historia externa, incurriendo en el error de afirmar que la historia interna es el único instrumento seleccionador de metodologías rivales y, por lo tanto, que el filósofo húngaro desdeña la dimensión psico-social. A propósito de una acusación semejante hecha por Kuhn en su ensayo *Notes on Lakatos*,[19] Lakatos escribe: "*En mi programa particular de reconstrucción racional no hay intento de proteger(me) de la historia real. Esta crítica kuhniana probablemente procede de una broma que tuvo escaso éxito. Hace algunos años escribí que una forma de señalar las discrepancias entre la historia y sus reconstrucciones racionales es relatar la historia interna en el texto e indicar en las notas a pie de página cómo se desvió la historia real de su reconstrucción racional. Por supuesto pueden escribirse tales parodias (...), pero nunca afirmé que tal es la forma en que la historia debe escribirse realmente (...)*".[20] Más adelante concluye que "*la acusación de Kuhn de que mi concepto de la historia no es historia en absoluto, sino filosofía inventora de ejemplos, es inválida. Yo defiendo que todas las historias de la ciencia son siempre filosofías*

17 Medina, E., *Conocimiento y sociología de la ciencia,* Madrid, Siglo XXI-CIS, 1989, p. 121. (Colección 'monografías', Nº 107).

18 *Ibid.*, p. 122.

19 Lakatos, I., *La metodología de ...*, cit, p. 246.

20 *Ibidem.*

*inventoras de ejemplos(...)".*[21] Creemos que Lakatos ha sido lo suficientemente explícito al mostrar que la sección externa no pertenece al mundo de lo irracional. Aunque sostenga que lo normativo-interno explique lo empírico-externo, es de suma importancia puntualizar que la primacía de lo *interno* sobre lo *externo* no anula su carácter interactivo. Claro que, si no se toma en cuenta la *relación crítica* entre lo interno y lo externo, es inevitable concluir, con Medina, que "*reconstruimos la historia de acuerdo con supuestos filosóficos previos (...) por lo que haremos reconstrucciones tautológicas o acabaremos en paradojas inaceptables".*[22] Desde este ángulo, si la *interacción crítica* entre lo interno y lo externo desaparece, el "*kantismo de Lakatos*"[23] resultaría evidente, dado que cuando "*una filosofía prescribe al historiador los criterios para seleccionar e interpretar datos, no hay posibilidad de que los datos seleccionados e interpretados contradigan una posición metodológica para cambiarla: ésta será completamente verificada*"[24] Por el contrario, la relación crítica entre factores internos y externos evita que tanto el historiador como el filósofo de la ciencia (a) consideren lo interno como lo único importante ; y, de este modo, (b) condenen lo externo al mundo de lo irracional. A modo de conclusión, podemos expresar que la *interacción crítica* entre la sección interna (que es, una vez más, siguiendo a Lakatos, lo fundamental) y la sección externa (que es secundaria), advierte y orienta al historiador de la ciencia "*que sea cual sea el problema que desee resolver (...) deberá, reconstruir, en primer lugar, la sección relevante de la historia interna".*[25] Ello no evita que, desde luego, tanto el historiador como el filósofo deban ser extremadamente cuidadosos -y

---

21 *Ibidem.*

22 Medina, *Conocimiento y sociología de*..., cit. , p. 122.

23 Esteban Medina, con esta expresión, intenta explicar que el internalismo como reconstrucción racional privilegia la filosofía antes que la historia; y, ello, más adelante señala, porque cuando una filosofía establece los criterios que debe seguir el historiador para escoger y explicar los datos obtenidos, de alguna manera condiciona la investigación para que los resultados no contradigan el fundamento metodológico que los sostiene. Al respecto, véase de la obra de Medina, las pp. 112 y 113.

24 *Ibid.*, p. 113.

25 Lakatos, I., *La metodología de*..., cit., p. 154.

conscientes- de su selección de los hechos, ya que, como admite Lakatos, lo que el historiador considere como historia interna "*dependerá de su filosofía tanto si es consciente de este hecho como si no lo es*".[26] Así, el supuesto kantismo de Lakatos se desvanece, ya que el autor no impone para *la interpretación de los hechos* tan sólo la historia interna. Al contrario, lo que intenta advertir al investigador es que para el proceso de reconstrucción objetiva de una teoría debe partir de una "lógica de la investigación científica, o desembocará en un vulgar positivismo historiográfico".[27] Pero, como muy bien advierte, "*todas estas reconstrucciones normativas pueden requerir de teorías empíricas externas (...)*".[28] Enfocando desde estas bases el problema de la reconstrucción racional, en algunas ocasiones el investigador se halla frente a un *corpus* teórico desconociendo la base metodológica que lo sostiene. En tales circunstancias, el historiador o filósofo de la ciencia, en primer lugar, puede apelar a la historia externa ya que "*la historia externa o bien suministra explicaciones no racionales del ritmo, localización, selectividad, etc., de los acontecimientos históricos interpretados en términos de la historia interna, o bien suministra (cuando la historia difiere de su reconstrucción racional) una explicación de tal divergencia. Pero el aspecto racional del crecimiento científico queda enteramente explicado por la lógica de la investigación de cada uno*".[29] De ahí que el investigador de las ciencias naturales o sociales, durante el proceso de reconstrucción, puede apelar a la historia externa como una vía indirecta que le permitirá conocer las características generales de la historia interna o intelectual de su teoría; mientras la línea demarcatoria (historia interna/historia externa) le indicará cuál es el aspecto (normativo-metodológico o empírico-

---

26 *Ibidem.*
27 *Ibid.,* p.175.
28 *Ibid.,* p. 154.
29 *Ibidem.*

social) que ha predominado en la lógica de su reconstrucción.

EPISTEME NS, Vol. 21, Nº 1, 2001, pp.67–83

JUAN NEGRETE

# A LA BÚSQUEDA DE UNA LENGUA INTERNACIONAL[1]

*Resumen*: Este trabajo muestra una visión del estado actual del problema de la lengua internacional. La primera parte resume la historia del concepto de lengua planificada, en su evolución desde un modelo especulativo y filosófico del siglo XVI (lengua universal) a un modelo empírico del siglo XIX, basado en las lenguas naturales (lengua internacional). La segunda reflexiona sobre algunas lenguas actuales de uso internacional, presentando aspectos opuestos de la opción entre una lengua nacional hegemónica y una lengua planificada.

*Palabras claves*: Filosofía, lengua planificada, esperanto.

# AL LA SERCHADO DE INTERNACIA LINGVO

*Resumo:* Chi artikolo temas pri kelkajn tezojn rilatajn al la nuna stato de la mondolingva problemo. La unua parto resumas la historion de la planlingva koncepto, lau sia evoluado de spekulativa kaj filozofia 16-jarcenta modelo (universala lingvo) al empiria 19-jarcenta modelo, bazita sur naturaj lingvoj (internacia lingvo). La dua pripensas pri aktualaj lingvoj internaciuzate, montrante kontrauajn trajtojn de elekteblo inter hegemonia nacia lingvo kaj planita lingvo.

*Chefvorto:* Filozofio, planita lingvo, Esperanto.

---

1 Este artículo corresponde a una conferencia dictada en el INSTITUTO PEDAGOGICO DE CARACAS (UPEL) el 14 de mayo de 1998, patrocinada por la Subdirección de Extensión y la Biblioteca Central en el marco de las celebraciones del día del Idioma el 23 de abril.

# IN SEARCH OF AN INTERNATIONAL LANGUAGE

*Abstract:* This article shows several thesis referred to the actual *status* of the world language problem. The first part summarizes the history of the concept of planned language, in its evolution from an speculative and philosophical model of 16th century (the universal language) to an empirical model of 19th century, based on natural languages (the international language). The second part reflects on present languages with international uses, showing contrary features of the option between one dominant national language and one planned language.

*Keywords: Philosophy, planned language, esperanto.*

A los bares (saloons) del viejo Oeste norteamericano, donde solía ponerse carteles solicitando bandidos y ofreciendo recompensas, parece aludir el título con el que fue dictada esta conferencia, *"Se busca una lengua internacional"*, como insinuando que pudiera haber alguna complicidad entre bandido y tema. De alguna manera el tema propuesto no deja de ser espinoso y conscientemente soterrado, sobre todo dentro de las organizaciones internacionales, por las connotaciones políticas que contiene, y no sólo entre los países cuyas lenguas son hegemónicas en el actual *statu quo* lingüístico internacional. Sin embargo, dicho título no era mío, sino tomado en préstamo de un pequeño y estimulante trabajo del conocido filólogo Mario Pei[2] de la Universidad de Columbia (USA), autor de conocidos diccionarios de inglés–español. Con ese título pretendía yo, al igual que Pei, –y así lo admitía– seguir llamando la atención, incluso al riesgo de parecer un tema delictivo, sobre el escenario lingüístico internacional y sobre el importante, y a su vez muy pragmático, problema cultural pendiente, que se llama, como sabemos, *problema de la lengua internacional*.

Sin embargo, al presentarse la ocasión de publicar esta conferencia me veo obligado, y es lo justo, a cambiar el título y realizar ajustes. Por un lado, se trata de introducir un título que no concuerde con la publicación de Mario Pei, pero sí, en parte, con la idea desarrollada por Umberto

---

2 Pei, M., *Wanted: a World Language,* Public Affairs Pamphlets, No. 434, The Public Affairs Committee, USA, 1969.

Eco en su libro *La Búsqueda de la Lengua Perfecta.*[3] Por otro lado, y a diferencia de Eco, aquí siempre hablamos de una lengua "no perfecta" y, recordando a Proust, por aquello de que el tiempo perdido puede ser ganado y por eso vale la pena "buscarlo", hemos cambiado el título por el que ahora lleva este trabajo .

En lo que se refiere a la "lengua perfecta", si bien en algunos clásicos de la lengua universal el ideal era buscar la estructura "perfecta" de la lengua, pronto se vio que tal ideal surgió de las primeras teorías del origen del lenguaje, que dependían estrechamente de un trasfondo religioso. Por ejemplo, si se acepta la hipótesis que el hebreo antiguo era la lengua usada por Dios para comunicarse con el hombre, esa lengua, ya perdida, no podía ser otra cosa que una lengua "perfecta". De ahí la Cábala y el hebreo como la clave para descifrar o recuperar la original lengua sagrada, a su vez la madre de todas las lenguas de la tierra. El mundo católico medieval aceptó esta teoría del lenguaje.

Empero, esta búsqueda del lenguaje 'perfecto' fue cambiando hasta el abandono del ideal de perfección en favor del ideal de la exactitud. Surgieron proyectos en busca de otra lengua, no ya perfecta ni divina, sino apta para descifrar la estructura de "nuestra máquina pensante" y sacarle un mejor rendimiento. El fin, muy pragmático, del dominio de la mente ha fascinado a los hombres y guiado en la invención de modelos de lenguajes. Pero cualquiera de esos lenguajes se sitúa ahora en el marco de la falibilidad humana, como cualquier otra creación del *homo sapiens*.

El presente artículo se divide en dos partes. Una la que se refiere a la historia del problema de la *lengua universal* y su evolución desde un modelo *a priori*, lógico, a un modelo naturalista o de lenguaje natural. La otra que se refiere al concepto, algo diferente, de *lengua internacional* y al estado actual de las lenguas que rivalizan por ganar un status de uso internacional. Comencemos, entonces, por trazar un poco de la historia del problema para situarnos en contexto.

---

3 Eco, H., *La ricerca de la lingua perfetta nella cultura europea,* 1993. (Hay traducciones al francés, inglés, español y esperanto). En español, *La Búsqueda de la Lengua Perfecta,* Barcelona, Grijalbo-Mondadori, 1994.

## I

Al parecer tan temprano como en 1532, el humanista español Luis Vives, en su obra *De Disciplinis* (Libro X) escribía lo siguiente: "sería una gran ventaja para la humanidad, si existiera una sola lengua, que todos los pueblos puedan aplicar. Esa lengua unitaria deberá sonar bien, estar bien formada y ser rica en capacidad expresiva. /.../ Si llegara a perecer la lengua latina, ocurriría una gran confusión en todas las ramas científicas y artísticas, y una grave separación entre todas las naciones."[4]

El latín ya declinaba como lengua auxiliar con el auge de las lenguas nacionales en Europa, y Vives refleja esta preocupación. La unidad cultural europea se fragmentaba en distintas lenguas nacionales. También el pedagogo checo Jan Komensky (Comenio), autor de una excelente gramática latina, lo reconocía y hacía planes para la construcción de una lengua universal que ocupara su lugar, según su obra *Via Lucis* (1668). Estos proyectos, aún borrosos, no dejaban de estar vinculados a la utopía de una nueva sociedad.

Otros eminentes pensadores de los siglos XVII y XVIII empezaron a trabajar seriamente en la construcción de lenguas universales. Pero entiéndase bien que, a partir de 1650 aproximadamente, la idea de una lengua universal en esos siglos era muy diferente de la nuestra. No se basaban en el modelo de una lengua natural, como en caso de las lenguas internacionales que conocemos hoy en día.

Pues bien, los siglos XVII y XVIII concebían la lengua universal como una *lengua filosófica*, y esta es una importante diferencia a tomar en cuenta. Era un complicado andamiaje de símbolos que pretendía representar las categorías clasificadoras de cualquier objeto del mundo natural. Por tanto, era una estructura conceptual y cognoscitiva para designar la realidad. Así la palabra para designar una vaca tenía que poseer una combinación de signos, sílabas o números tales que cada parte identificara la posición de ese ser en la clasificación del mundo natural (mamífero, verte-

4 Citado por E. Drezen, *Historio de la Mondolingvo*, en esperanto, Moscú, Editorial Progreso, 1991, p. 72.

brado, animal, ser natural, etc.). Como una fórmula química que indica los elementos de una composición, la palabra para designar cualquier cosa tenía que contener, cifrada en clave, la definición del objeto mediante una clasificación de carácter filosófico o científico.[5] De ahí el nombre de *lengua universal*.

Estos fueron los primeros modelos de lenguas universales, que florecieron en los primeros siglos de la historia del tema.[6] Se llamaban lenguas *a priori*, y eran para clases ilustradas o élites intelectuales de distintas naciones, no para el pueblo en general. Su limitación inevitable, ya que contenían una descripción (verdadera o falsa) de las naturaleza de las cosas, consistía en su adherencia a una filosofía, que además debía ser 'verdadera'.

Un precursor de esta idea es el español Raimundo Lulio o Raymond Llull (circa 1235-1316), casi contemporáneo de Dante. En su *Ars Magna* concibió, aún en medio de su misticismo, la primera "maquina de pensar" y por eso en muchos libros de lógica o cibernética se le cita como el antecesor remoto de las computadoras. Lulio, que tanto espacio ocupa en la obra de Eco *A la búsqueda de la lengua perfecta en la cultura europea*, deseaba construir una len-

5 P. Janton, en su libro *El Esperanto,* también ofrece un recuento de lenguas *a priori*. Por ejemplo, el escocés Dalgarno (1661) distingue 17 clases de ideas, cada una designada por una mayúscula, de donde se derivan las ideas conexas generales y particulares por combinaciones de letras griegas y latinas. Veamos, N = clase de los vivientes; Nη = animal; Nηk = cuadrúpedo; Nηka = caballo. A la Convención francesa de 1792 presentó Delormel un proyecto parecido: *Ave* = letra; *Alve*, = vocal; *Avi* = sílaba; *Avau* = palabra; *Alvau* = nombre. Todavía en 1852 el proyecto del español Sotos Ochando también adopta una estructura análoga: A = clase de cosas; Ab = objetos materiales; Aba = cuerpos simples; Ababa = oxígeno. Con tales sistemas de pura clasificación no sorprende que en 1956, de la clasificación decimal de Melvil Dewey, usada en las bibliotecas, nazca el proyecto de *Translingua*, cuya escritura sólo contiene números. Se trata de sistemas de puros convencionalismos clasificatorios, ya alfabéticos, numéricos o mixtos. Véase Janton, P*.*, *El Esperanto*, (versión española) Barcelona, Oikos-Tau, 1976, pp. 13-14.

6 Una descripción más detallada de la estructura de estos proyectos puede consultarse a lo largo de las obras, dedicadas al tema, ya citadas de U. Eco, P. Janton y, en esperanto, E. Drezen.

gua que fuese una lógica de la demostración para convertir 'infieles' al cristianismo. Pero, aparte de sus fines y del etnocentrismo europeo, aportó una preocupación por mejorar los instrumentos que permitieran el intercambio entre culturas diversas

En el siglo XVII, el filósofo francés René Descartes[7] había concebido, en discusión con su colega Marino Mersenne, algunas ideas revolucionarias de cómo debía construirse una lengua internacional para todos los pueblos y clases sociales, para catedráticos y campesinos ("esa lengua tendría un solo tipo de conjugación, declinación y construcción de palabras"). Sin embargo, Descartes prefirió la idea de una lengua filosófica, de derivaciones ordenadas a partir de un grupo de conceptos fundamentales. Es decir, una lengua filosófica *a priori*.

El filósofo alemán W. Leibniz en 1666, siendo aún muy joven, señalaba también el camino hacia la construcción de una lengua universal filosófica, que permitiera pensar mejor, o como él decía, *calcular* mejor. La llamaba *characteristica universalis*. Su proyecto representa un momento importante en la historia del problema, puesto que servía para dos cosas: 1) para construir un cálculo filosófico, y 2) para construir un modelo de lengua natural (un latín en el que preveía una drástica simplificación gramatical: una sola conjugación, una declinación, la abolición de los géneros y del número). A causa de 1) se desarrollaron, como consecuencia tardía, los lenguajes formales lógico–matemáticos de los siglos XIX-XX (de Boole a Frege), que es lo mismo que decir que la actual lógica simbólica o matemática proviene del proyecto de Leibniz.

Los ingleses entraron entonces en escena con sus proyectos de lenguas universales. Francis Bacon y John Webster, pero sobre todo Francis Lodwik (*A Common Writing,* 1647) George Dalgarno (*Ars Signorum,* 1661) y John Wil-

7 *Carta a Mersenne* del 20 de noviembre de 1629, publicada y comentada por Eugène de Zilah: «Letero de Kartezio pri lingvo internacia», *Simpozio,* No. 1, Florianópolis, Brasil, 1983, pp. 11-13. Sobre el abate M. Mersenne y sus ideas acerca de una eventual lengua mundial véase su obra en dos volúmenes *«Harmonie universelle»* París, 1936-37, según cita E. Drezen, *Historio de la...* cit., pp. 72-73.

kins (*Essay toward a real character and a philosophical language*, 1668), siendo éste el sistema de lengua artificial filosófica más completo hasta entonces. Pero éstas eran lenguas para ser escritas, no habladas, o sea, eran *pasigrafías* o escrituras conceptuales sin código oral, como cualquier lenguaje de señales que no se puede pronunciar.

Durante los siglos XVIII y XIX todavía se sigue insistiendo en la lengua filosófica como clave interpretativa de la realidad y de la comunicación por escrito, aunque se va abriendo paso el modelo de lengua *a posteriori*, basado en las gramáticas de las lenguas naturales. El siglo XIX, aún con residuos de lenguas filosóficas, será no obstante el periodo en que más se construyen las lenguas *a posteriori* con fines de interlengua.

La *Enciclopedia* francesa apoya el proyecto de lengua internacional. Bajo el Directorio Joseph De Maimieux publica su *Pasigraphie* (1797). Han desaparecido las motivaciones originalmente religiosas (Lulio) y luego filosóficas (Descartes, Dalgarno, Wilkins, Leibniz) para abrir paso a preocupaciones más pragmáticas. De Maimieux habla de posibles comunicaciones entre europeos y entre Europa y Africa, de un control internacional de traducciones para "pasigrafiar" los libros escritos en otras lenguas, y de operaciones diplomáticas, civiles y militares con dicho instrumento.[8] Por otro lado, es la hora del francés como lengua diplomática internacional. De ahí también los nacionalistas de siempre haciendo la apología de su lengua nacional, quienes ahora se surten del francés. El conde Antoine de Rivarol en su *discurso De l'universalité de la langue française* (1784) decía que ya no había necesidad de ninguna lengua universal, porque ya existía la lengua perfecta y era el francés. "Además de su perfección intrínseca, el francés se ha convertido en cualquier caso en la lengua internacional más difundida, hasta el punto de que se podría hablar ya de «mundo francés», como se podía hablar en otro tiempo de «mundo romano»".[9] Rivarol, que alcanza el éxtasis con el francés, no se diferencia de cualquiera de los 'fundamentalistas' de la propia lengua nacional, que suelen

---

8 Eco, U., *La búsqueda de...* cit., pp. 247-248.

9 *Ibid.*, p. 252

encontrarse en toda época y país, e incluso ocasionalmente en el *Daily Journal* de Caracas.

Lo que Rivarol opina de la lengua francesa es discurso conocido, apología nacionalista y conviene exponerlo para detectarlo siempre en sus aplicaciones diversas. Se expresaba así: el francés representa el *cenit* de la dulzura fonética, riqueza de vocabulario, y grandeza de expresión. Su literatura luce incomparable. El orden de la oración es el orden del sentido común. La racionalidad de la lengua francesa tiene mucho que ver con las actividades intelectuales superiores. Asimismo, sostenía que las otras lenguas no cuentan con méritos para lengua universal: "el alemán es muy gutural, el italiano muy blando, el español muy redundante, el inglés muy oscuro"[10] etc.

Durante el siglo XIX va pereciendo el modelo de lengua filosófica y se van construyendo lenguas *a posteriori* con una gramática inspirada en las gramáticas naturales. Hay más de 300 proyectos, pero sólo indicaremos algunos para dar una idea. En 1827 François Soudre inventa el *Solresol* (*Langue musicale universelle*, 1866). Las siete notas musicales constituyen su silabario y mediante combinaciones de notas, en palabras de una a cinco sílabas, se forman más 15.000 vocablos. (si = sí; do = no; doredo = tiempo; doremi = día). Esta lengua tenía la particularidad de que podía ser cantada y pintada, si cada letra musical se identifica con un color. Y aunque Soudre recibió honores oficiales como creador, su invención no tuvo aplicaciones, ya que su excesiva artificialidad la hacía impracticable.

De los proyectos que se guían por las lenguas naturales, unos son modernizaciones de lenguas "muertas" (como el latín y el griego clásico), otros versan sobre las lenguas vivas, ya como reconstrucciones o como simplificaciones de lenguas vivas (las *lenguas mínimas*). Estas últimas tienen la pretensión de ser *lingua franca* o internacional, por cuanto sirven como instrumentos de expansión de la política de potencias europeas y americanas.

Entre las *lenguas mínimas* están las tentativas para simplificar el inglés, francés, español, italiano, o para crear lenguas comunes intergermánicas e intereslavas, que lle-

---

10 *Ibid.,* pp. 252-253.

gan a hasta nuestro siglo. En esta dirección participan Estados Unidos (*Tutonish*, 1888, *Niu tutonish*, 1906, *Toito Spike*, 1923), Alemania (*Weltdeutsch*, 1853, y *Wede* 1915), España (*Nuove Roman*, 1897), Italia (*Lingua franca nuova*, 1888), Francia (*Fransesin*, 1893, *Patoiglob*, 1898), Inglaterra (*Anglic*, *World English*, 1924, *Panoptic English*, 1929, *Basic English*, 1935), así como una decena de proyectos de interlengua eslava entre 1661 y 1908.

En la otra dirección, las lenguas antiguas *recreadas*, con gramáticas simplificadas, forman una cifra notable. Tan sólo mencionaremos algunas. Recreaciones del latín son *Nuntius latinus internationalis*, 1901, *Universal Latein*, 1902, *Latino sine flexione*, 1903, con sus derivados *Perfect*, 1910, *Semi-Latin*, 1910, *Novi Latine*, 1911, *Latinulus*, 1919, *Interlingua*, 1922, *Latino Viventi*, 1925, *Panlingua*, 1938, *Mondi Lingua*, 1956. Por otro lado, *Apolema*, 1907, es un proyecto de griego clásico simplificado.[11]

Completaría esta reseña histórica la mención del grupo de lenguas *a posteriori* inventadas. Unas con raíces lexicográficas *sin relación* con vocabulario de las lenguas reales, otras con *raíces basadas* en ellas, aunque deformadas, y otras con *raíces tomadas* fielmente de las lenguas existentes.

Dentro de todo grupo *a posteriori* hay que citar primero las dos lenguas más importantes: el *Volapük* de J. M. Schleyer (1879) y el *Esperanto* de L. Zamenhof (1887). Segundo, otros proyectos sin ninguna proyección como el *Mundo-Lingue* de Julius Lott (1888), el *Novial* de Jespersen (1928), el de *Occidental* de Von Wahl (1922), *Romanid*, *Interlingua*, *Ido*, y los descendientes del *Volapük* e incluso el hispánico *Hesperyo*.

En 1887, el año del esperanto, la *American Philosophical Society* de USA interesada por el problema de una lengua internacional para la ciencia y la filosofía, designó una comisión de expertos para estudiar el Volapük, y hacer las recomendaciones necesarias. Esta comisión postuló que una lengua internacional adecuada debía cumplir con los

---

11 Janton P., *El esperanto*, cit., Cap. 1; E. Drezen, *Historio de la...* cit., Caps. VI-X.

siguientes criterios:

a) una ortografía fonética; b) un vocalismo limitado a las 5 vocales a,e,i,o,u; c) un alfabeto latino; d) una gramática simple; e) un vocabulario basado en las lenguas indoeuropeas, y en particular en las lenguas latinas. Esto último, no porque sea más fácil, sino porque es el léxico que cuenta con más palabras internacionales.

En efecto, Julius Lott en 1888 compiló un léxico de 7.000 palabras internacionales y comprobó que la mayoría eran de origen latino. También la *International Auxiliary Language Association (IALA)* hizo un sondeo en 1924 en el que los países no latinos se mostraron más latinos en relación al vocabulario más internacional.

De los criterios recomendados por aquella Sociedad (APS), precisamente el esperanto, que en ese año estaba naciendo y no se lo conocía, cumplía con todos los requisitos. Pero la Sociedad dejó de interesarse por el tema, y durante el paso del siglo XIX al XX, se puede afirmar que entre los muchos proyectos de lengua internacional solamente dos (el *volapük*, y el *esperanto*) han logrado tener una actividad real encarnada en una comunidad lingüística, aunque el primero se haya extinguido.

Hoy, en día, y según el mismo Mario Pei, al considerar las lenguas planificadas neutrales como alternativas de lengua internacional, el esperanto no tiene rival. Evoluciona desde hace 110 años como lengua viva y, por lo mismo, hace tiempo que dejó de ser *un proyecto* lingüístico para ser *un hecho* lingüístico, como lo es cualquier lengua natural objeto de estudio de la lingüística comparada (la interlingüística).

## II

Podríamos preguntarnos ahora, si existe actualmente la necesidad de adoptar una *lengua internacional auxiliar* y cómo debería ser ésta. La primera cuestión es obvia y la misma expansión del inglés como lengua de alcance mundial indica claramente que está ocupando una función que debe ser necesariamente ejercida por alguna lengua. La segunda cuestión es independiente de la respuesta que se dé a la primera.

En realidad siempre ha habido una lengua puente, aun cuando los contactos en el pasado han sido muy limitados en comparación con el volumen actual. Lenguas internacionales *limitadas*, fueron, en el área occidental, el griego clásico *koiné*, el latín clásico, medieval y moderno, el francés en el siglo XIX, y ahora el inglés. En diversos períodos históricos y regiones del mundo, también cumplieron semejante rol el asirio, persa, árabe, turco, español, portugués, ruso, alemán, holandés y suahili de Africa. Con excepción de éste último, todos se apoyaban en una potencia política con fuerza armada, aunque también con dinamismo económico y expansión cultural.

Cuando Descartes planteó la necesidad de una lengua internacional en el siglo XVII los contactos internacionales eran muy escasos. Los practicaba sólo el 1% de la población europea. No había trenes, ni autos, ni barcos de vapor. En los siglos siguientes, cuando ya se contaba con esos medios, se produjo una explosión de intercambios. En 1900 - dice Pei [12]- la probabilidad de viajar al extranjero y contactar a gente de otro idioma era 1 de 50. Pero en pleno siglo XX el chance ha aumentado a 1 de 5. Piénsese que en 1982 más de 300 millones de personas hicieron turismo (más que la población de Europa, USA, Rusia, Brasil, o Japón). Imagínense por un momento el trastorno de 300 millones de personas saliendo de Europa en un año. Después del año 2.000 para cualquier persona los chances de viajar serán 1 de 2. Y no hablo sólo de gente rica. El mercado laboral abierto durante el próximo milenio incluirá a más de un centenar de millones de trabajadores emigrantes anuales en la industria y agricultura. Resulta poco pragmático y poco realista esperar que toda esta gente dependa de traductores e intérpretes.

Creo que por abrumadora mayoría todos sentimos la necesidad de comunicarnos directamente con personas de distintos países, culturas y razas y tratar con ellos en un plano de igualdad. De viajar y no tener barreras lingüísticas con los nativos, de poder leer literatura científica, técnica o recreativa, sin tener que hacerlo en una condición lingüística de insuficiencia o desventaja. De asistir a congresos, en-

---

12 Pei, *Wnated: a Worl...* cit., p. 3

cuentros, o eventos internacionales, presentar ponencias y sobre todo poder defender nuestras ideas, sin sufrir la desventaja de tener que desempeñarnos en un idioma que no es el nuestro, y en el que resulta imposible igualarnos en habilidad con los nativos hablantes de las lenguas oficiales de ese congreso. Las nuevas tecnologías de la comunicación nos permiten sostener una conversación con personas desconocidas de cualquier continente, más rápidamente que tocando la puerta del vecino, o encontrar en las páginas de Internet cualquier dato visitando bibliotecas del mundo. Pero la base de la tecnología es y seguirá siendo el lenguaje. Toda tecnología de la comunicación sin lenguaje es ciega, es un artefacto muerto. Para estas tecnologías necesitamos también un orden lingüístico internacional no discriminatorio y potenciador de todos los talentos.

Pensar que la solución del problema de la comunicación lingüística internacional pasa por la adopción de una *lengua nacional*, es recaer en la solución ya ensayada a lo largo de la historia, en donde el grupo más poderoso ha impuesto su lengua al grupo humano más débil, iniciando con ello la discriminación lingüística, y, en el peor caso, la opresión lingüística y cultural.

Por otro lado, es urgente revisar la enseñanza de lenguas extranjeras en los sistemas de educación, para ver si a escala mundial ha tenido éxito en desarrollar la habilidad esperada, a pesar de la enorme inversión en infraestructura, publicaciones, horas de trabajo, personal docente y tecnologías de la enseñanza, que se requiere tanto en la secundaria como en educación superior. ¿Cuántos de cada cien estudiantes de una segunda lengua, al término de 5 años de estudio en la educación oficial, a tres horas semanales, están realmente en condiciones de usarla con desenvoltura? Si pensamos que en cinco años se forman profesionales y técnicos especializados, no queda más remedio que revisar dicho rendimiento y admitir que la adquisición plena de una lengua extranjera es una hazaña intelectual de envergadura, y que a muchas personas, por no decir la mayoría, se les hace extremadamente difícil aprender lenguas extranjeras, ya que no todos poseen la habilidad adecuada para eso. Además, las lenguas se aprenden bien cuando existe una fuerte motivación, y no necesariamente cuando es un requisito impuesto, que es lo común en el liceo o universidad. En tal sentido, USA ha renunciado ya a la obligatoriedad de ese requisito.

Pero sucede que hoy, según hemos visto en el recuento histórico, existen otras alternativas, que son las *lenguas planificadas*, las cuales ofrecen la oportunidad de tomar una decisión *racional* respecto al problema, en vez de dejarnos arrastrar por la inercia. En efecto, el ser humano ha "fabricado" incluso idiomas y los ha fabricado para una finalidad precisa: la comunicación internacional, intercultural, interétnica. Los ha construido para esa función, asignándoles características adecuadas a la finalidad prevista. Por ejemplo, tanto para ser más rápidamente asimilados, como para ser fonéticamente más precisos en la comunicación entre pueblos con tradiciones fonéticas diferentes. De esas propiedades hablaremos en otra ocasión.

Lo que voy a decir ahora, en cambio, puede parecer una perogrullada, una exageración o presunción totalmente absurda e infundada, pero no lo sería, al menos enteramente, pues me baso en algunos lingüistas que se han tomado el trabajo de pensar el tema a fondo. Y es que no debemos dejarnos arrastrar por la apariencia de las cosas, porque no han sido las apariencias las que han desvelado el conocimiento veraz o científico en la historia humana. La Tierra no se mueve y esta es la pura apariencia de las cosas, pero para optar por la conclusión contraria, fue necesario elaborar un proceso de razonamiento lento y muy complejo. Así quisiera yo invitarlos a darle la vuelta a esta afirmación que voy a hacer.

La necesidad de una lengua para la comunicación internacional se expresa hoy como la alternativa entre a) una lengua nacional hegemónica, por un lado, y b) una lengua planificada, por otro. Es evidente que la lengua nacional no puede ser otra hoy que el inglés y que la lengua planificada no puede ser otra que el esperanto, probado ya en esa experiencia de uso internacional de110 años. Es la tesis de Martinet[13], de Pei[14] y de Fettes[15]. E incluso Eco[16] en varios

---

[13] Martinet, A., «The proof of the pudding», en Schubert, K., (ed*),* *Interlinguistics. An Introduction to the Study of Planned Languages,* Berlín, Mouton de Gruyter, 1989.

artículos y entrevistas parece aceptar implícitamente tal opción. Y dado el nivel de extensión que ha adquirido el inglés, que nos hace percibir al esperanto como opción totalmente irreal o ficticia (ya que éste es segunda lengua de una comunidad internacional muy minoritaria, lengua sin nacionalidad, sin territorio, sin Estado y sin un centro determinado), la supuesta competencia luce totalmente dispareja. Se asemeja al conflicto entre un gigante como Goliat y un minúsculo David, o ni siquiera un David, sino algo más insignificante.

Sin embargo, contra toda apariencia, la tesis es digna de análisis, puesto que los méritos que presenta el inglés para su aceptación incuestionable como lengua auxiliar se basan en su actual expansión, un mérito hasta ahora cuantitativo. Al mismo tiempo esa expansión genera una debilidad, pues el inglés invade y hace peligrar a otras lenguas, incluso mayoritarias[17], es decir, una reacción de resistencia a su hegemonía, por razones de identidad nacional de los pueblos restantes. Por otro lado, los méritos que presenta el esperanto se basan en sus capacidades lingüísticas, méritos cualitativos, a lo que se agrega algo políticamente importante: su *status* de *lengua neutral*, que lo convierte en opción contra la discriminación lingüística.

---

14 Pei, .op..cit.

15 Fettes, M., *Al unu lingvo por Europo? La estonteco de la europa Babelo* (¿Hacia una lengua para Europa? El futuro de la Babel europea), Esperanto-Dokumento 27 E, Rotterdam, Universala Esperanto Asocio, 1991.

16 Por ejemplo, en una de las entrevistas publicada bajo el título de *Esperanto kaj la estonteca plurlingvismo.* Diskuto kun Umberto Eco (Esperanto y el pluralismo lingüístico futuro. Una discusión con U. Eco), Esperanto-Dokumento 32E, Rotterdam, Universala Esperanto Asocio, 1994.

17 "En muchos países ya se han formado movimientos para la conservación de la lengua nacional. La alemana *Verein Deutsche Sprache- Bürger für die Erhaltung der kulturellen Vielfalt in Europa* (Asociación por la lengua alemana- Ciudadanos por la conservación de la diversidad cultural en Europa) que ha reunido en pocos años más de 10.000 miembros. y una liga similar se fundó en Países Bajos, *Taalverdediging-bond tegen onnodig Engels* (Asociación de defensa de la lengua contra el inglés supérfluo)." Ulrich Matthias*: Esperanto. La nova latino de la eklezio,* Flandra Esperanto-Ligo, Antverpeno, 2001, p. 110. (Trad. de J.N)

A continuación resumo, muy libremente, las consideraciones de Mark Fettes[18] en torno a los contrastes entre una *lengua nacional* (LN) y una *planificada* (LP), como supuestos rivales en roles de lengua internacional. Veamos: 1) una LN apela a la posición alcanzada, una LP sólo a sus capacidades lingüísticas; 2) toda LN tiene un centro (de nativos hablantes), y su creatividad sólo proviene de ese centro político y geográfico; Una LP carece de centro, su creatividad proviene de una comunidad dispersa, sin territorio; 3) las normas de una LN son definidas solamente por los hablantes nativos, las de una LP por cualquier usuario de cualquier parte del mundo; 4) una LN dominante expresa una relación de hegemonía, de potencia política a países dominados. Una LP neutral es, por definición, transnacional y sólo puede existir como experiencia lingüística internacional; 5) una LN es portadora de una cultura nacional dominante. Una LP neutral sólo puede portar una cultura de base universalista; 6) la hegemonía de una LN representa un peligro (según la experiencia histórica) para la preservación de las lenguas nacionales minoritarias. Por el contrario, una LP sólo tiene sentido como *segunda lengua* y, por lo tanto, no representa una amenaza a la diversidad cultural.

En relación al inglés y esperanto, Fettes hace las siguientes distinciones: a) el inglés es una lengua europea como el esperanto, pero la "europeidad" de éste viene contrapesada por su estructura aglutinante, rasgo claramente no europeo; b) el inglés, visto como segunda lengua, tiene un público internacional "cautivo"; no necesariamente se lo aprende por libre decisión, sino generalmente por la presión de estímulos materiales (un trabajo, más dinero, un requisito obligatorio, etc.) El esperanto, se aprende por decisión libre de presiones, sin aspirar a una recompensa económica y, por lo tanto, el vínculo afectivo con la lengua es mucho mayor, y eso estimula la creatividad en el idioma.

No es difícil imaginar cuál sería el resultado, si cualquiera de nuestras lenguas nacionales conocidas se encontrase en las condiciones del esperanto, es decir, que tuviese que sostenerse sin apoyos masivos, económicos, institucionales o estatales, sin

---

18 Fettes, *Al unu lingvo...* cit., *passim*.

que su estudio sea compulsivo, obligatorio, o impuesto desde la infancia. Creo que en tales condiciones ninguna lengua nacional, sostenida únicamente por usuarios voluntarios, tendría la capacidad de subsistir como ha podido hacerlo el esperanto, en circunstancias incluso de extrema represión política.[19]

Por supuesto, no pretendo decir que adivino el futuro, ni creo que nadie pueda hacer profecías científicas al respecto, pues muchos factores intervienen, y algunos son totalmente imprevistos en el devenir histórico. Cuesta trabajo imaginar que hace 100 años el francés era incuestionable como lengua internacional diplomática.[20] Baste leer *La Guerra y la Paz* de León Tolstoi. Hace 50 años era imposible prever una caída del ruso en Europa oriental y el ascenso del japonés en el mundo, así como otros hechos lingüísticos sorprendentes. Sin embargo, todo parece indicar que la posición alcanzada por el inglés, vencedor de la Segunda Guerra Mundial y de la Guerra Fría, va a seguir siendo dominante durante algún tiempo considerable. Pero siempre dependiendo del poder político, económico, tecnológico y militar de USA y de las corporaciones transnacionales, cuya regla de élite es "No room at the top without English".

---

[19] Hay varios estudios sobre el tema de la represión política contra el esperanto. Unos particulares y otros de carácter más general, como los que destacamos aquí por su valor científico. El primero del historiador germano Ulrich Lins: *Die Gefährliche Sprache* (Bleichert, Gerlinger, Alemania, 1988) *o La Danghera Lingvo. Studo pri la persekutoj kontra<sup>a</sup> Esperanto,* Moscú, Editorial Progreso, 1990 , 2ª edición). El segundo de Victor Sadler y U. Lins: «Regardless of frontiers: a case study in linguistic persecutions», en Ghosh, S. (ed.) *Man, Language and Society,* The Hague-Paris, 1972.

[20] En el transcurso de mi vida me ha tocado constatar un cambio de status entre francés e inglés. En 1959 yo estudiaba el bachillerato español. En el primer nivel (4 años) el francés era obligatorio en 3º y 4º, pero en el nivel superior (5º y 6º) se podía elegir. Estudiaba ciencias y escogí inglés, la lengua del "comercio", pasando a integrar un curso de sólo 4 estudiantes. Afortunadamente el profesor, un auténtico gentleman británico, se tomó la tarea con entusiasmo. Los cursos de francés eran masivos (40 a 50), los dos de inglés, en mi liceo, no sumaban más de diez estudiantes. En todo caso, esto es una muestra de lo volátil que es la situación lingüística internacional y de la velocidad con que se mueven los grandes cambios.

Por otro lado, no hay que olvidar que ningún invento, por bueno que sea, se expandirá en el seno de una sociedad sólo en virtud de sus características para rendir más y mejor. Me refiero con esto al fuerte prejuicio popular que hay frente a una lengua "artificial" (por cierto, tan "artificial" como el vino, el pan, la escritura, la computadora, el fútbol, la medicina y algunas especies de animales y plantas creadas por el hombre), lo cual impide aún una correcta reacción frente a la idea de una lengua fabricada en laboratorio, aunque esté basada en una tradición lingüística europea.

Finalmente, después de tanto que he dicho, no quisiera perder la oportunidad de dejar en claro que no he hablado, ni hablo para aquella clase de lingüistas o letrados que, sin tomarse la molestia de informarse bien sobre el hecho lingüístico llamado esperanto y sus aplicaciones, sostienen tajantemente, que es imposible que una lengua planificada, el esperanto o cualquiera que sea, pueda funcionar bien como instrumento de comunicación o como lengua literaria. Para ellos no hablo aquí, porque sería perder el tiempo.

Esa gente siempre me recuerda a los doctores en filosofía que disputaban con Galileo. Cuando éste los invitaba a mirar por el telescopio se negaban rotundamente. Se negaban a ver la realidad, y a constatar la existencia de las lunas de Júpiter, afirmando anticipadamente que no podían existir. Igual les pasa a algunos lingüistas y letrados con las lenguas planificadas. Existe una comunidad lingüística alrededor de una lengua planificada, con literatura y todas esas cosas, pero se niegan a constarlo empíricamente. Nada han investigado sobre el tema, pero niegan enfáticamente que una lengua tal pueda funcionar; y hasta se pueden sentir enojados u ofendidos por el tema, dejándose arrastrar así por sus ideas *a priori* sobre el lenguaje. En conclusión, se pierde el tiempo con ellos, porque –recordando a Hamlet– creen tener más cosas en la cabeza que las que existen en el mundo.

Hull, David y Ruse, Michael (Compiladores): *The Philosophy of Biology*. Oxford Readings in Philosophy, Oxford University Press, 1998.

La famosa serie *Oxford Readings in Philosophy,* ha incluido entre sus volúmenes uno dedicado a la Filosofía de la Biología, que ha sido compilado y editado por los padres fundadores de este campo. David Hull y Michael Ruse se dieron a la tarea de hacer un balance bibliográfico del campo, con la preocupación de incluir en esta *antología,* temas y autores que indicaran las direcciones recientes de investigación, *a partir* de los temas que tradicionalmente han constituido la reflexión filosófica sobre la biología. Tanto estudiantes de pregrado avanzados, como estudiantes de postgrado e investigadores en general, tendrán a su disposición, en una misma fuente, algunos de los mejores artículos publicados en las tres últimas décadas del pasado siglo. Tal como lo señalan los compiladores, la filosofía de la biología, desde sus orígenes como área profesional de la filosofía, hacia 1968, ha sido una arena de debate en la que biólogos han participado activamente junto a filósofos en la discusión de problemas que subyacen a las principales preguntas teóricas que han guiado la disciplina desde siempre. "En ninguna área de la filosofía de la ciencia, científicos y filósofos han cooperado en la misma medida en que lo han hecho en la filosofía de la biología." Esto lo señalan Hull y Ruse en su introducción a *The Philosophy of Biology*, y habría que señalar que su aseveración queda sólo parcialmente mostrada en la selección de artículos que presentan. La biología como ciencia teórica es relativamente joven; basta recordar que *El Origen de las Especies* de Darwin, obra fundadora de esta ciencia, es de 1859. En este sentido, sus problemas centrales han exhibido esa doble faz que el propio Einstein siempre hizo ver en la física y que le valió aquél título de Filósofo-Científico en el volumen que P. A, Schilp editó en su famosa serie *The Library of Living Philosophers*. La mayoría de los problemas teóricos de la biología han sido comprendidos como problemas de fundamentación y algunas de sus figuras centrales; J. B. S. Haldane, John Maynard Smith, C. H. Wadington, Richard Lewontin, Jaques Monod, Francis Crick, Stuart Kaufman, y más recientemente Richard Michod, no han vacilado en entrar en terreno filosófico al examinar las bases conceptuales su ciencia. Con todo, esta antología de Hull y Ruse es una referencia obligatoria para todo aquél que quiera introducirse a la discusión filosófica en biología, y para aquellos ya iniciados, será una buena oportunidad para apreciar una nueva generación de ideas y de filósofos. La obra tiene una introducción general escrita por los compiladores y se divide en diez partes, cada una con una introducción local a los principales problemas: Adaptación, Desarrollo, Unidades de Selección, Función, Especies, Naturaleza Humana, Altruismo, El Proyecto Genoma Humano, Progreso, y Creacionismo, son los elocuentes títulos de las secciones que orientan esta antología. Merecen especial mención las secciones sobre desarrollo, altruismo, genoma humano, progreso y creacionismo, temas estos de (relativa) reciente entrada en el campo y que constituyen espacios de elaboración filosófica con implicaciones hacia adentro y afuera de la biología. En lo que sigue, indicaré las principales direcciones novedosas de la filosofía de la biología de las últimas décadas, tal como están reflejadas en esta antología.

Una de las más influyentes concepciones de lo biológico fue la formulada por Richard Dawkins en su archi-leída obra "El Gen Egoísta" y que ha continuado en "The Extended Phenotype" y otros artículos. Según Dawkins, lo que importa en la evolución son los genes y el organismo puede ser considerado una 'máquina de supervivencia' al servicio de estos.

Esta visión "geni-centrada" (*gene-centered*) de la evolución ha sido duramente criticada, principalmente desde la publicación de *Ontogeny and Information* (Cambridge, 1985) de Susan Oyama. Hull y Ruse, en la sección 'Desarrollo' incluyen dos magníficos artículos que ilustran fructíferamente las mejores direcciones de reflexión a este respecto. Por un lado la expresión fenotípica del "código genético" tiene lugar en medio de una serie de 'restricciones' (*constraints*) que se producen por las complejidades inherentes a la propia estructura genética y por la dinámica asociada a esa estructura en el proceso de la morfogénesis y el desarrollo embrionario. Así, cabe preguntarse si las nociones de 'gen' y de programa o código genético, han de ser sustituidas por otras que den cuenta del escenario causal antes descrito. En la parte 'Desarrollo', Los artículos de Ron Amundson, "Two Concepts of Constraint: Adaptationism and the Challenge from Developmental Biology", y de P.A Griffiths y de R. D. Gray, "Developmental Systems and Evolutionary Explanation", son dos piezas importantes en este ritmo conceptual que ha tomado la filosofía de la biología reciente. Amundson analiza el propio concepto de 'restricciones producidas en el desarrollo'(*developmental constraints*) y emplaza inteligentemente los intentos dirigidos a proponer una 'síntesis basada en el desarrollo' (*developmental synthesis*), del proceso evolutivo y la biología en general señalando los retos teóricos involucrados en tal empresa. Griffiths and Gray, por su parte presentan un concepto de 'sistemas de desarrollo' (*developmental systems*), dirigido a superar la concepción genicentrada de Dawkins y la comúnmente aceptada de que "ciertas características de un organismo son genéticamente determinadas, mientras que otras son adquiridas por interacción con el ambiente". Esta concepción 'dicotómica' de lo biológico es el blanco crítico del artículo de Griffiths y Gray, y el concepto de 'sistemas de desarrollo' sigue siendo una amplia área de trabajo en la filosofía de la biología.

La sección 'Naturaleza Humana' presenta el debate sobre 'género y ciencia' que ya es típico de la filosofía de la ciencia reciente. Luego de reflexiones del afamado biólogo John Maynard Smith y de David Hull mismo sobre los alcances de la ciencia ante un concepto de 'naturaleza humana', siguen artículos de Evelin Fox Keller; "Gender and Science: Origin, History and Politics", Susan Oyama; "Essentialism, Women and War: Protesting Too

Much, Protesting Too Little", y Edward Stein; "Essentialism and Constructionism about Sexual Orientation", los cuales contienen las pautas principales y más relevantes de las discusiones en esta área. Las secciones sobre altruismo y el proyecto genoma humano permiten seguir los conceptos y las líneas de argumentación en dos áreas en las que la biología tiene implicaciones directas para la filosofía moral, ya sea en términos de el origen del comportamiento moral en los humanos, o de la necesaria extensión de conceptos morales apropiados a los problemas éticos que han surgido en el desarrollo del proyecto genoma humano. La sección sobre 'Progreso' introduce las principales posiciones sobre la cuestión de si el proceso evolutivo tiene una dirección global en el tiempo. La dedicada al problema del creacionismo, ilustra firmemente un tipo genérico de debate entre ciencia y religión y el papel de la filosofía en su despliegue académico y social.

Las demás secciones antes enumeradas contienen materiales nuevos sobre problemas que constituyen una parte ya *clásica* de esta aún joven disciplina científico-filosófica. Un extenso comentario bibliográfico cierra esta antología que David Hull y Michael Ruse nos ofrecen, en el distinguido contexto editorial de los *Oxford Readings in Philosophy*.

Alirio Rosales
Escuela de Filosofía
Universidad Central de Venezuela

---

NILSSON, Nils J.: *Inteligencia Artificial.* Una nueva síntesis (Traducción de Roque Marín Morales, José Tomás Palma Méndez y Enrique Paniagua Aris). Madrid, McGraw-Hill, 2001, pp. xix + 458.

Se trata de la traducción castellana del libro de texto originalmente publicado en 1998, *Artificial Intelligence. A New Synthesis* (San Francisco, Morgan Kaufmann). Es, en parte, una puesta al día de su libro de texto anterior, *Principios de Inteligencia Artificial*[1]. *Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis*, constituye una introducción muy clara y completa de las *ideas* principales que se utilizan actualmente en las diversas áreas de investigación de la Inteligencia Artificial (IA). De allí que no se hace mucho énfasis en algoritmos específicos o en las implementaciones disponibles en software sino en las ideas en las cuales se basa la investigación actual. Las referencias son abundantes y suelen abarcar un amplio espectro. Uno de los rasgos más originales del texto es la manera como está organizado. En contraste con otros libro de texto muy conocidos de IA como el de Winston o el de Rich y

1 *Principles of Artificial Intelligence,* San Francisco, Morgan Kaufmann, 1980.

Knight[2], el de Nilsson se organiza en torno a una progresión de sistemas de IA o agentes, cada uno ligeramente más complejo que su predecesor.

Tal como explica el autor en la secc. 1.4 ("plan del libro"), la sucesión comienza con los sistemas *reactivos*, aquellos que disponen de varias modalidades sensoriales para percibir su entorno y también disponen de varias formas de actual sobre él. Los más complejos son capaces de generar y almacenar representaciones internas de rasgos de su mundo. Como probablemente habrá adivinado el lector, entre estos primeros agentes se encuentran las redes neurales artificiales con diversos grados de complejidad, desde las redes simples de dos capas hasta las redes con muchas capas ocultas, las cuales pueden almacenar diversas representaciones internas del mundo y son capaces de llevar a cabo tareas ambiciosas (como la navegación autónoma). Se incluyen un capítulo sobre computación evolutiva (algoritmos genéticos) y sistemas con estados (redes de Elman y otros). Se enfatiza la diferencia entre las representaciones o modelos *icónicos* (en los cuales se *simulan* diferentes aspectos del entorno del agente) y los modelos *basados en características* (que utilizan *descripciones* declarativas del entorno). Esta primera parte finaliza con un aporte pedagógico valioso: un capítulo dedicado íntegramente a la visión artificial, y donde se abordan tópicos tales como la detección de bordes, los filtros usados para suavizar las imágenes y el análisis de escenas.

El segundo tipo de agentes considerados son aquellos que realizan *planes* de sus acciones. Se trata de aquellos agentes que son capaces de anticipar los efectos de sus acciones y de seleccionar aquellas que le pueden conducir hacia sus *objetivos*. Para muchos esta es una característica básica de la inteligencia y Nilsson trata este tema a través de varios capítulos y con distintos formalismos. Se considera la planificación en mundos discretos –mundos espaciales cuadriculados como los típicos mundos de bloques de la IA– tomando especialmente en cuenta las restricciones implícitas en tales entornos simplificados. En esta parte (la segunda) se trata con detalle los diversos métodos de *búsquedas* en espacios de estado. La búsqueda heurística en grafos, el aprendizaje de planes y búsquedas en juegos son temas tratados en esta parte.

Estrechamente ligados con los agentes que planifican, están los agentes que *razonan*. Se trata de aquellos agentes que son capaces de inferir propiedades de sus mundos que no son percibidas directamente por ellos sino que están *implícitas* en las restricciones de tales mundos. En esta parte se trata en detalle el tema de la lógica de primer orden (FOL) como lenguaje de representación del conocimiento. Dos capítulos muy bien escritos sobre lógica proposicional y lógica de predicados constituyen la base de esta parte y en ambos, y como era de esperarse, la regla de *resolución* de

---

2 P. H. Winston, *Inteligencia Artificial*, Addison Wesley Iberoamericana, 1994 y E. Rich y K. Knight, *Inteligencia Artificial*, Madrid, McGraw-Hill, 1994, segunda edición.

Robinson se expone en detalle y con varios ejemplos sencillos. Se trata brevemente el razonamiento no monótono y las redes semánticas. El razonamiento bajo incertidumbre es tratado en detalle sobretodo en redes bayesianas; el tema del aprendizaje también se trata en este contexto.

La parte IV ("métodos de planificación basados en lógica"), tal vea sea una de las partes más interesantes del libro. Está compuesta de una cuidadosa exposición del cálculo de situaciones de McCarthy y Hayes y del sistema STRIPS así como de una introducción a los resultados más recientes encontrados en el área de planificación. La planificación jerárquica y la deducción y aprendizaje de planes son tratados en detalle. Como en el resto del libro, las referencias son abundantes y oportunas.

La última parte ("comunicación e integración") trata de la interacción entre varios agentes, tema que no siempre aparece en los libros de texto de IA más conocidos. La intencionalidad, la lógica modal como lenguaje de presentación así como el procesamiento del lenguaje natural, son temas tratados en esta parte.

El subtítulo de "nueva síntesis" se justifica puesto que el texto logra integrar tanto los resultados del enfoque conexionista como los de la IA simbólica en la sucesión de agentes.

Es de destacar la equilibrada posición que Nilsson suele adoptar al tratar temas controversiales. Tanto en aspectos de fundamentación, sobre los cuales Nilsson se ha pronunciado explícitamente[3], así como en distintos temas específicos, el autor expone las diversas posiciones con espíritu amplio.

El libro contiene material previamente expuesto en otros trabajos de Nilsson como el ya mencionado *Principles of Artificial Intelligence* y *Logical Foundations of Artificial Intelligence* (San Francisco, Morgan Kaufmann, 1987), escrito en colaboración con M. Genesereth. La página web http://www.mkp.com/books_catalog/nilsson/nilsbugs.htm contiene una fe de erratas y algunas aclaratorias y correcciones adicionales en formato PDF y PS.

Por todas las razones anteriores, no dudamos en recomendar esta obra como libro de texto en diversos cursos de IA así como introducción a la disciplina. Su claridad y amplitud tiene pocos rivales en los actuales libros de texto de nivel similar.

**LEVIS ZERPA MORLOY**
Universidad Central de Venezuela
Facultad de Humanidades y Educación
Instituto de Filosofía
Unidad de Inteligencia Artificial

---

3 Véase Nilsson, «Logic and Artificial Intelligence», *Artificial Intelligence*, vol. 47, 1991, pp. 31-56.

µ

La Prof. Luz Marina Barreto presentó la ponencia "Moral Reasons" en la *International Conference of Modernity and Moral Identify,* la cual se celebró en la ciudad de Helsinky, Finlandia, del 15 al 17 de agosto de 2000.

µ

Se celebraron en la ciudad de Coro, Estado Falcón, del 28 al 30 de septiembre del 2000, las *III Jornadas de Análisis del Discurso Político*, dentro del marco del *III Coloquio Nacional de Análisis del Discurso,* organizado por la Asociación Latinoamericana de Estudios del Discurso, la Delegación Regional de la ALED, la Universidad Experimental "Francisco de Miranda", el Instituto Universitario de Tecnología 'Alonso Gamero', FUNDACIT-Falcón y la Comisión regional para el mejoramiento de la enseñanza de la lengua escrita (CORMELE). Por el Área de Filosofía asistieron como ponentes los profesores Omar Astorga, Luz Marina Barreto, Carlos Kohn y Nancy Núñez.

µ

Los profesores Carlos Kohn y Omar Astorga y Daniel Hernández, asistieron como ponentes al *VII Simposio de la Revista Internacional de Filosofía Política*, el cual se celebró en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia en los días 20 al 24 de noviembre de 2000.

µ

Organizado por el *Centro de Filosofía para Niños* del Principado de Asturias, se celebró entre los días 1 al 3 de marzo del presente año, en la ciudad de Gijón, Asturias, el *XIII Seminario Internacional de formadores de profesores de Filosofía para niños*. El Prof. Tulio Olmos asistió en representación de nuestra universidad con la ponencia "Lógica para niños".

µ

Dentro del *"Ciclo de Conferencias Humanismo de la Ciencia",* patrocinadas y organizadas por la Fundación Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia -CENAMEC- los profesores Julio Hernández, Jorge Nikolic y Tulio Olmos fueron invitados el día 01 de marzo de 2001, a dictar en esa Institución la Conferencia "Panorama de la Filosofía de la Ciencia Contemporánea".

µ

El Prof. Tulio Olmos participará en el *CIVE 2001, Congreso Internacional Virtual de Educación,* el cual se realizará, desde Palma de Mallorca, España, vía Internet, del 2 al 6 de abril de 2001.

µ

La Coordinación de Investigación de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Central de Venezuela está organizando las *VII Jornadas de Investigación de la Facultad de Humanidades y Educación,* las cuales se celebrarán del 4 al 8 de junio de 2001. Este evento estará dedicado a Mariano Picón Salas; dentro del marco del mismo se celebrará el *Coloquio Sonidos y Pensamientos: reflexiones filosóficas sobre la naturaleza de la música*, en homenaje a Juan David García Bacca. También se celebrarán en esta misma semana las *I Jornadas de Información sobre los Postgrados de Humanidades y Educación.*

µ

Los profesores Carlos Kohn y Omar Astorga asistirán como ponentes al *The Twentieth World Congress of the International Association for Philosophy of Law and Social Philosophy*, el cual se celebrará del 19 al 23 de junio del presente año en la ciudad de Amsterdam, Holanda.

µ

La Universidad del Zulia y la Universidad Central de Venezuela están programando las *IV Jornadas de Análisis del Discurso Político*, las cuales se celebrarán en Maracaibo, los días 17, 18 y 19 de octubre de 2001. Los resúmenes deberán ser enviados antes del 30 de junio del presente año. La aceptación de los trabajos será decidida a más tardar el 15 de julio de 2001.

## LIBROS RECIBIDOS

Callinicos, Alex: *Contra el posmodernismo*.
Editorial El Áncora, 1998, pp. 327.

Contenido: 1.Prólogo a la edición en Español, prefacio y agradecimientos, introducción. 2. La jerga de la posmodernidad. 3. Modernismo y capitalismo. 4. Las aporías del postestructuralismo. 5. Los límites de la razón comunicativa. 6. ¿Qué hay de nuevo? 7. Epílogo.

Castoriadis, Cornelius: *Los dominios del hombre*.
Gedisa, 1998, pp. 246.

Contenido: 1. Prefacio. 2. Kairos: cien años después. 3. Koinonia: el régimen social de Rusia; el destino de los totalitarios; lo imaginario, la creación en el dominio histórico-social. 4. Polis: una interrogación sin fin; la polis griega y la creación de la democracia; naturaleza y valor de la igualdad. Logos: El descubrimiento de la imaginación; la institución de la sociedad y de la religión; la lógica de los magmas y la cuestión de la autonomía; alcance ontológico de la historia de la ciencia.

*Cuadernos de Filosofía Política, Ética y Pensamiento Filosófico Latinoamericano.*
Año 1, vol. 2, Noviembre 1999. Grupo de investigaciones filosóficas latinoamericanas y Postgrado de Filosofía de la Universidad de los Andes, pp. 254.

Contenido: 1. El lenguaje político del ocultamiento: Alberto Arvelo Ramos (ULA). 2. Filosofía y ensayo en la Venezuela Contemporánea: Omar Astorga (UCV). 3. Origen y necesidad de una ética de la liberación: Carmen Bohórquez (LUZ). 4. Ética de la liberación en la edad de la globalización y de la exclusión: Enrique Dussel (AZCAPOTZALCO). 5. Los principios de la justicia de Rawls. Un intento de legitimación ética de la desigualdad: Daniel Antonio Hernández: (USB). 6. El planteamiento de la exterioridad metafísica del otro y la alteridad en la filosofía de la liberación de Enrique Dussel: Rosa María Hurtado Power (ULA).7. Ética de la liberación y poder comunicativo. La praxis de la libertad en la filosofía política de Hannah Arendt: Carlos Kohn W. (UCV). 8. Bioética y biopolítica. Una complementariedad filosófica necesaria en el derecho a la no exclusión: Ineida Machado (LUZ). 9. Contestación a la crisis de nuestra época a la luz del idealismo trascendental: Sinesio Márquez Sosa. (UCLA). 10. Dimensión ética, filosófica y proyecto político: Víctor R. Martín F. (LUZ). 11. Marx y Dewey en torno a la Praxis: Edgar Moros Ruano (ULA). 12. El lugar de lo epistemológico en la reflexión sobre lo latinoamericano: Plinio Negrete (ULA). 13. Desintegración social y desafíos ético-políticos para la Venezuela del por-hacer: Javier B. Seoane C. (UCAB).

Echeverría, Rafael: *Ontología del lenguaje*.
Cátedra, 1998, pp. 433.

Contenido: 1. Capítulo I: Bases de la ontología del lenguaje. 2. Capítulo II: Sobre el lenguaje humano. 3. Capítulo III: Los actos lingüísticos básicos. 4. Capítulo IV: De los juicios. 5. Capítulo V: El escuchar, el lado oculto del lenguaje. 6. Capítulo VI: Acción humana y lenguaje. 7. Capítulo VII: El poder de las conversaciones. 8. Capítulo VIII: Emociones y estados de ánimo. 9. Capítulo IX: Cuatro estados emocionales básicos. 10. Capítulo X: Hacia una ontología de la persona. 11. Capítulo XI: El lenguaje del poder.

Eagleton, Terry: *Las ilusiones del posmodernismo*.
Primera Edición, Ediciones Paidós, 1997, pp. 206.

Contenido: 1. Prefacio. 2. Comienzos. 3. Ambivalencias. 4. Historias. 5. Sujetos. 6. Falacias. 7. Contradicciones.

Giddens, Anthony y Habermas, Jürgen: *Habermas y la modernidad*.
Cátedra, 1999, pp. 346.

Contenido: I. Primera parte: 1. Razón, utopía y la dialéctica de la Ilustración; Albrecht Wellmer. 2. La psique «al termidor» y el renacimiento de la subjetividad rebelde; Jürgen Habermas. 3. El criticismo noeconservador de la cultura en los Estados Unidos y en Alemania Occidental, un movimiento intelectual en dos culturas políticas. Jürgen Habermas. 4. ¿Razón sin revolución? La Theorie des kommunikativen Handelns de Habermas; Anthony Giddens. II. Segunda parte: Simposio. 1. Habermas y el modernismo; Martin Jay. 2. Razón y felicidad, algunos temas psicoanalíticos de la teoría; Joel Whitebook. 3. Habermas y Lyotard sobre la posmodernidad; Richard Rorty. 4. Reflexión sobre la racionalización en la Teoría de la acción comunicativa; Thomas McCarthy. 5. Cuestiones y contracuestiones; Jürgen Habermas.

Kaminski, Gregorio: *Spinoza. La política de las pasiones.*

Contenido. 1. Introducción: La pasión según Spinoza. 2. El desencadenamiento de las pasiones (la fuerza de los cuerpos). 3. El imaginario impersonal: Sociedad anónima. 4. La política de las pasiones extremas (nacimiento y muerte). 5. El reencauzamiento de las pasiones (la servidumbre del alma). 6. Alegrías y perseverancias (a manera de fuga inconclusa).

Nilsson, Nils: *Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis.*
Primera Edición castellana, McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U, 2001, pp. 458.

Contenido: 1. Introducción. 2. Sistemas Reactivos: Agentes de estímulo-respuesta; redes neurales; sistemas evolutivos; sistemas con estados; visión artificial. 3. Búsqueda en espacios de estado: Agentes que planifican; Búsqueda a ciegas; búsqueda heurística; planificación, actuación y aprendizaje; métodos alternativos de búsqueda y otras aplicaciones; búsqueda en problemas de juegos. 4. Representación del conocimiento y del razonamiento: el cálculo proporcional; la resolución en el cálculo proporcional; el cálculo de predicados; la resolución del cálculo de predicados; sistemas basados en conocimiento; Representación del sentido común; razonamiento con incertidumbre; aprendizaje y actuación con redes bayesianas. 5. Métodos de planificación basados en lógica: el cálculo de situaciones, Planificación. 6. Comunicación e integración: Múltiples agentes; comunicación entre agentes; arquitecturas de agente.

Nozick, Robert: *Pluzzes socráticos.*
Ediciones Cátedra, 1998, pp. 454.

Contenido:1. Introducción. 2. Elección y utilidad: La coacción; El problema de Newcomb y dos principios de elección; reflexiones sobre el problema de Newcomb; teoría de la utilidad interpersonal; sobre metodología austríaca. 3. Filosofía y metodología: Puzzles socráticos; experiencia, teoría y lenguaje; la sencillez como producto; explicaciones de «mano invisible». 4. Ética y política: complicaciones morales y estructuras morales; sobre el argumento randiano; el voto ponderado y «un hombre, un voto». 5. Debates y reseñas: Goodman, Nelson, acerca del mérito, estético; ¿quién elegiría el socialismo?; ¿por qué se oponen los intelectuales al capitalismo?; los rasgos característicos del extremismo; la guerra, el terrorismo, las represalias: fijando ciertos límites morales; ¿tienen derechos los animales?. 6. Ficciones filosóficas: ficción; se ruega contestación (cuento); testamento; teología.

Maestre, Agapito: *El pulso del pensamiento*.
Biblioteca Nueva, 1999, pp. 173.

Contenido: I. Primera Parte: Caminos del pensar. 1. Discurrir en los periódicos. 2. Narrar en los periódicos. 3. Panfletos autocríticos. 4. Por una democracia de ciudadanos. 5. La brecha ecológica. II. Segunda Parte: Materiales para pensar. 1. Con voz propia. 2. Para después del comunismo. 3. ¡Nuevas ideas políticas! 4. Académicos e inclasificables. 5. Política, derecho y moral. 6. Entre escépticos y estoicos.

Popper, Karl: *Los problemas fundamentales de la epistemología*.
Tecnos, 1998, pp. 582.

Contenido: I. Primer Libro: El problema de la inducción (experiencia e hipótesis). Los dos problemas fundamentales de la epistemología. 1. Planteamiento del problema. 2. Deductivismo e inductivismo. 3. El problema de la inducción. 4. Posiciones normalistas. 5. Kant y Fries. 6. Las posiciones probabilistas. 7. Las posiciones seudoenunciativas. 8. El convencionalismo. 9. Enunciados universales y enunciados singulares. 10. Vuelta a las posiciones seudoenunciativas. 11. Las posiciones seudoenunciativas y el concepto de sentido. 12. Fin. 13. Apéndice: Exposición gráfica de la crítica al problema de la inducción. II. Segundo libro: El problema de la demarcación (experiencia y metafísica). Los dos problemas fundamentales de la epistemología. 1. Planteamiento de la cuestión. 2. Sobre la eliminación del psicologismo. 3. Hacia una teoría del método. 4. «Estado de cosas» y «hecho». 5. Esbozo de una teoría del método científico-empírico (teoría de la experiencia). 6. Filosofía. 7. El problema de la teoría del método. 8. Consideraciones acerca del problema de la libertad de la voluntad. 9. El problema de la libertad de la voluntad. 10. El problema de la aleatoriedad de los enunciados probabilísticos. 11. Apéndice: Resumen de 1932.

Rorty, Richard: *Pragmatismo y política*.
Primera Edición, Paidós, 1998, pp. 124.

Contenido: 1. Introducción de Rafael del Águila. 2. Trotsky y las orquídeas silvestres. 3. Movimientos y campañas. 4. Una visión pragmatista de la racionalidad y la diferencia cultural. 5. La justicia como lealtad ampliada.

Russell, Bertrand: *Respuestas a preguntas fundamentales*.
Primera Edición, Ediciones Península, 1997, pp. 335.

Contenido: 1. Prefacio. 2. Preguntas. 3. Respuestas. 4. Fuentes.

Jaeger, Werner: *Semblanza de Aristóteles*.
Primera Edición, Fondo de Cultura Económica, 1997, pp.88.

Contenido: 1. La academia por el tiempo de la entrada de Aristóteles. 2. Primeras obras. 3. El lugar de Aristóteles en la historia. 4. Pensamiento analítico. 5. Ciencia y metafísica. 6. Análisis del hombre.

Wittgenstein, Ludwig: *Los cuadernos azul y marrón.*
Tercera Edición, Tecnos, pp. 230.

Contenido: 1. Nota a la segunda edición inglesa. 2. Prefacio de Rush Rhees. 3. Cuaderno azul. 4. Cuaderno marrón.