

APROXIMACIÓN ESTRUCTURAL EN LA FÍSICA

C. Ulises Moulines
Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie
Universität München (Alemania)

Resumen

De acuerdo a la concepción estructural de la ciencia (en lo sucesivo abreviada como «estructuralismo»), el carácter aproximativo de las teorías empíricas en general, y de las físicas en particular, es un componente esencial de las mismas, que no debe ser negligido en un análisis metacientífico sistemático. Al contrario de otros enfoques metacientíficos que han tratado esta problemática, el estructuralismo propone elucidar el concepto de aproximación no como una relación entre enunciados, sino como una relación entre *modelos* (es decir, estructuras). En este artículo se explica la intuición básica detrás de esta idea, la breve historia de su desarrollo hasta la actualidad y algunas cuestiones abiertas.

Palabras clave: Estructuralismo, modelos, uniformidad, borrón, borrón admisible.

Abstract

According to the structural view of science (abbreviated as «structuralism»), the approximate nature of empirical theories in general, and of physical theories in particular, is one of their essential components, which should not be neglected in any systematic metascientific analysis. Contrary to other metascientific approaches that have dealt with this problem area, structuralism sets forth to explicate the concept of 20 approximation not as a relation between statements but rather as a relation between models (i. e. structures). In this paper, the basic intuition behind this idea, the short history of its development until present times, and some open questions are laid out.

Key words: Structuralism, models, uniformity, blur, admissible blur.

1. La idea básica

Es un hecho de sobras conocido tanto de los físicos experimentales como de los tecnólogos que ni siquiera las mejores teorías físicas de las que disponemos en la actualidad funcionan de manera exacta; siempre habrá que admitir cierto grado de imprecisión. Ello es válido tanto para la aplicación de una teoría a los datos experimentales (y por tanto para su «confirmación» o «refutación»), como para las diversas relaciones que pueden tener las distintas teorías entre sí (relaciones interteóricas). Hay que aceptar, pues, tanto una aproximación *intrateórica* (en la aplicación de la teoría a sus «datos») como una aproximación *interteórica* (en las relaciones entre dife-

rentes teorías). Una teoría física dada sólo funciona efectivamente, a nivel intrateórico o interteórico, si se la «emborrona» hasta cierto grado. El grado de imprecisión o emborronamiento asociado a una teoría podrá expresarse numérica o cualitativamente, según cuál sea el tipo de teoría y el tipo de aplicación o relación en que la consideremos; cuando la aproximación dependa esencialmente del uso de ciertas magnitudes (es decir, funciones métricas), en general (aunque no necesariamente siempre) se expresará el grado de emborronamiento en términos numéricos; pero en otros casos habrá que expresarlo en términos cualitativos (topológicos). Por ello es inapropiado construir una metateoría general de la aproximación que se restrinja a la «epsilónica», es decir, a las diferencias de números reales; es conveniente partir de nociones topológicas más generales y no necesariamente numéricas.

La mayoría de enfoques de la actual filosofía de la ciencia que se han ocupado del tema de la aproximación, considera ésta de buenas a primeras como una relación entre *enunciados* o proposiciones (por ejemplo, entre un enunciado teórico derivado de las leyes de la teoría y otro enunciado que describe los datos experimentales). A esta manera de concebir la aproximación la podemos caracterizar como «sintactista» puesto que son las unidades puramente lingüísticas de la teoría (enunciados) las que pasan a primer plano. El enfoque sintactista de la aproximación no es enteramente equivocado, pero implica una serie de restricciones y dificultades, análogas a las que se le plantean a cualquier enfoque sintactista en otras áreas de la metaciencia. Basta notar aquí que esas dificultades provienen esencialmente de fijar las relaciones aproximativas en términos de componentes lingüísticos, cuando en realidad la aproximación debería ser invariante con respecto al lenguaje utilizado para representar la teoría y su campo de aplicación. Por ello, el estructuralismo propone que la aproximación (tanto en términos generales como en sus diversas formas específicas) se conciba como una relación entre *modelos* de diverso tipo, es decir, entre *estructuras*.

Para precisar esta idea hay que recordar brevemente los rudimentos del estructuralismo. Tres componentes esenciales de toda teoría según el estructuralismo son: la clase M_p de los *modelos potenciales* de esa teoría, es decir, las estructuras que satisfacen meramente las «condiciones del marco conceptual» o «verdades analíticas» de la teoría (pero posiblemente no sus leyes sustanciales); la clase M de los *modelos actuales*, es decir, las estructuras que satisfacen, además de las condiciones conceptuales, las leyes sustanciales de la teoría; y finalmente la clase M_{pp} de los *modelos potenciales parciales*, es decir, las estructuras que resultan de los modelos potenciales cuando se prescinde de las magnitudes específicas de la teoría en cuestión (estas estructuras representan el campo posible de «datos empíricos» para la teoría).

Pues bien, con estos instrumentos en la mano podemos elucidar lo que significa que una teoría se aplica aproximativamente a cierto dominio de datos y que una teoría está conectada de manera aproximada con otra. Supongamos, por ejemplo, que queremos precisar la idea de que la teoría newtoniana de la gravitación se aplica aproximativamente al sistema pla-

netario. Ello significa que podemos representar el sistema planetario como un modelo potencial parcial de dicha teoría (como una determinada estructura cinemática) que es extendible mediante los conceptos dinámicos de masa y fuerza (las magnitudes específicas de la teoría) a un modelo potencial x que *no* cumple la ley de la gravitación, pero que está en una relación de aproximación admisible con un modelo (actual) x' que sí cumple la ley de la gravitación. Ello lo podemos expresar así: $x \in M_p[TNG]$, $x' \in M[TNG]$ y $x \sim x'$ (donde «*TNG*» significa «teoría newtoniana de la gravitación»). El problema básico es cómo elucidar formalmente la relación « $x \sim x'$ ». Para ello introducimos las nociones topológicas de *uniformidad* y *conjunto borroso* o simplemente «*borrón*» («*blur*» en inglés). Éste no es el lugar para definir formalmente estas nociones. Basta recordar que una uniformidad es un tipo particular de filtro, que representa la generalización topológica de la noción métrica de distancia o intervalo. (Para una explicación detallada Cfr. Moulines, 1982, Cap. 2.7; o Balzer/Moulines/Sneed, 1987, Cap. VII). Aplicada a nuestro contexto, una uniformidad U sobre M_p es una clase de «bolas» o «borrones» (o sea, formalmente, de conjuntos de pares ordenados) de modelos potenciales; cada bola o borrón representa intuitivamente un conjunto de modelos potenciales que divergen todos entre sí como máximo en cierto grado.

Naturalmente, en cualquier teoría física que funcione de manera mínimamente adecuada, habrá ciertos borrones que se aceptarán en ciertos contextos y otros no: si las «bolas» son demasiado grandes, el grado de divergencia entre los modelos, el «emborronamiento», será excesivo y la teoría inserrible. Ello implica que dentro de la uniformidad U , hay que seleccionar una subestructura, llamémosla A , de borrones *admisibles* (empíricamente). Es decir, hay que añadir ciertas condiciones más restrictivas a las que definen una uniformidad en general. Tampoco es éste el lugar para especificarlas; basta con indicar que pueden formularse con cierta precisión y naturalidad a la vez (Cfr. las obras arriba mencionadas).

Volviendo ahora a nuestro ejemplo, la afirmación « $x \sim x'$ » puede elucidarse en el sentido de que existe al menos un borrón admisible u tal que:

$$\langle x, x' \rangle \in u \in A \subseteq U.$$

De manera análoga pueden elucidarse las relaciones aproximativas entre teorías, si bien en este caso la elucidación es algo más compleja por cuanto necesitamos dos (o más) uniformidades (y selecciones de admisibles) —una para cada teoría involucrada. Pero la idea esencial es la misma.

2. Breve historia de la concepción estructural de la aproximación

Pueden considerarse precursores de algunas de las ideas expuestas aquí dos filósofos de la ciencia alemana que, sin ser estructuralistas, hacen plan-

teamientos de alguna manera afines al estructuralismo: G. Ludwig y E. Scheibe. A Ludwig se debe la idea de concebir la aproximación en general en términos de uniformidades; a Scheibe la constatación de que las relaciones interteóricas interesantes en la física, en especial la reducción (que él denominó primero «explicación») son relaciones aproximativas entre *sistemas* (es decir, entre lo que aquí llamamos modelos potenciales o parciales).

El primer trabajo en el que Ludwig expone sus ideas acerca de la aproximación es Ludwig (1970). Sin embargo, por el estilo de presentación, este texto es de difícil comprensión y pasó desapercibido entre los filósofos de la ciencia; Ludwig mismo expuso sus ideas de manera más asequible posteriormente en Ludwig (1978) y en Ludwig (1981).

Scheibe analiza por primera vez la relación entre la teoría planetaria de Kepler y la teoría newtoniana de la gravitación como relación interteórica aproximativa entre sistemas en Scheibe (1973). En artículos ulteriores (como por ejemplo, en Scheibe [1976]), este autor generalizó su planteamiento a todo tipo de relaciones interteóricas.

El primer trabajo que introduce el concepto de aproximación dentro del programa estructuralista es Moulines (1976a). Este autor utiliza la idea ludwigiana de las uniformidades y la reformula en términos modeloteóricos. Se precisan además los diversos tipos de aproximación, y se formula y demuestra un teorema central dentro de esta problemática sobre la conexión entre la aproximación a nivel de M_p y a nivel de M_{pp} . Este ensayo representa la base para los trabajos ulteriores sobre aproximación dentro del estructuralismo. Una versión castellana simplificada del mismo es Moulines (1976b); una versión castellana revisada y aumentada se encuentra en Moulines (1982), Cap. 2.7. El problema de determinar los «borrones admisibles» se aborda en Moulines/Jané (1981). La relación entre la aproximación en el sentido del estructuralismo y la noción de vaguedad según Przelecki se discute en Balzer (1981).

La elucidación estructuralista de la aproximación interteórica y su aplicación al caso Kepler-Newton se abordó por primera vez en Moulines (1980); una generalización y perfeccionamiento del mismo tema se encontrarán en Moulines (1981).

Todos los resultados anteriores, tanto sobre la aproximación intrateórica como la interteórica, se reformulan, de manera sinóptica y perfeccionada, en Balzer/Moulines/Sneed (1987), Cap. VII. Forge (1990) aplica la idea general de aproximación expuesta en la obra anterior al análisis de la explicación científica cuando intervienen errores de medida.

A pesar de los mejoramientos propuestos en la obra conjunta de Balzer, Moulines y Sneed, algunas cuestiones importantes relativas a la aproximación intrateórica, como la conexión entre M_p y M_{pp} , la selección de los borrones admisibles y la forma precisa de la llamada «aserción empírica aproximativa» de una teoría, seguían sin haber recibido un tratamiento plenamente satisfactorio. Estos problemas se resuelven mediante un aparato topológico aún más potente, en Moulines/Straub (1994).

3. Tendencias recientes y cuestiones abiertas

Puede considerarse que la tarea de la reconstrucción estructural de la aproximación en términos de uniformidades está en lo esencial concluida y los problemas técnicos asociados a ella han sido formalmente resueltos. Lo que se perfila en la actualidad dentro del programa estructuralista y enfoques afines es la investigación de las conexiones entre el concepto de aproximación *sensu stricto* y conceptos de alguna manera emparentados como los de idealización, verosimilitud e inducción aproximada. Primeros pasos en el estudio de la relación aproximación/idealización pueden constatarse en Moulines/Straub (1994), Balzer/Zoubek (1994) y Haase (1996). Sobre la verosimilitud en términos estructuralistas son trabajos pioneros los de Kuipers (1987b), (1992) y (1996), así como Kieseppä (1996); lo que falta aquí es una indagación sistemática en las conexiones y diferencias entre aproximación y verosimilitud estructuralistas; algo parecido puede decirse de la comprensión estructuralista de la inducción aproximada, que sólo recientemente ha sido enfocada por Lauth (1996). Un campo completamente inédito es el de la comparación entre aproximación estructural y lógica borrosa.

Bibliografía

- Balzer, W., «Sneed's Theory Concept and Vagueness», en Hartkämper, Schmidt, *Structure and Approximation in Physical Theories*, 1981, pp. 147-163.
- Balzer, W.; Moulines, C. U.; Sneed, J. D., *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht, Reidel, 1987.
- Balzer, W.; Moulines, C. U. (comps.), *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*, Berlín, De Gruyter, 1996, en prensa.
- Balzer, W.; Zoubek, G., «Structuralist Aspects of Idealization», en Kuokkanen, *Idealization VII: Structuralism, Idealization and Approximation*, 1994, pp. 57-80.
- Cohen, R. S. et al. (comps.), *Essays in Memory of Imre Lakatos*, Dordrecht, Reidel, 1976.
- Forge, J., «Theoretical Explanation and Errors of Measurement», *Erkenntnis*, t. 33/3, (1990), 371-390.
- Haase, M., *Galileische Idealisierung*, Berlín, De Gruyter, 1996, en prensa.
- Hartkämper, A.; Schmidt, H.-J. (comps.), *Structure and Approximation in Physical Theories*, Nueva York et al., Plenum Press, 1981.
- Kieseppä, I. A. (1994), «Assessing the Structuralist Theory of Verisimilitude», en Kuipers, *What is Closer-to-the-Truth?*, 1987a, pp. 95-108.
- Kuipers, Th., «Truth Approximation by the Hypothetico-Deductive Method», en Balzer, Moulines, *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*, 1996.
- (comp.), *What is Closer-to-the-Truth?*, Amsterdam, Rodopi, 1987a.

- Kuipers, Th. (1987b), «A Structuralist Approach to Truthlikeness», en Kuipers, *What is Closer-to-the-Truth?*, 1987a, pp. 79-99.
- Kuokkanen, M. (comp.), *Idealization VII: Structuralism, Idealization and Approximation*, Amsterdam, Rodopi, 1994.
- Lauth, B., *Lernmodelle und induktive Methoden*, Munich, 1996 (en vías de publicación).
- Ludwig, G., *Deutung des Begriffs «physikalische Theorie» und axiomatische Grundlegung der Hilbertraumstruktur der Quantenmechanik durch Hauptsätze des Messens*, Berlín et al., Springer, 1970.
- *Die Grundstrukturen einer physikalischen Theorie*, Berlín et al., Springer, 1978.
- «Imprecision in Physics», en Hartkämper, Schmidt, *Structure and Approximation in Physical Theories*, 1981, pp. 7-19.
- Moulines, C. U. (1976a), «Approximate Application of Empirical Theories. A General Explication», *Erkenntnis*, t. 10/II, (1976), 201-227.
- (1976b), «Un concepto estructural de aproximación empírica», *Crítica*, t. 24, (1976), 25-51.
- «Intertheoretic Approximation: The Kepler-Newton Case», *Synthese*, t. 45, (1980), 387-412.
- «A General Scheme for Intertheoretic Approximation», en Hartkämper, Schmidt, *Structure and Approximation in Physical Theories*, 1981, pp. 123-146.
- *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza, 1982.
- Moulines, C. U., Jané, I., «Aproximaciones admisibles dentro de teorías empíricas», *Crítica*, t. 38, (1981), 53-75.
- Moulines, C. U., Straub, R., «Approximation and Idealization from the Structuralist Point of View», en Kuokkanen, *Idealization VII: Structuralism, Idealization and Approximation*, 1994, pp. 25-48.
- Scheibe, E. (1973), «Die Erklärung der Keplerschen Gesetze durch Newtons Gravitationsgesetz», en Scheibe, Süßmann (comps.), *Einheit und Vielheit*, 1993, pp. 98-118.
- «Conditions of Progress and the Comparability of Theories», en Cohen et al., *Essays in Memory of Imre Lakatos*, 1976, pp. 547-568.
- Scheibe, E., Süßmann, G. (comps.), *Einheit und Vielheit*, Gotinga, Vandenhoeck & Ruprecht, 1973.

ESTUDIOS

CARACTERIZACIÓN DE LAS NOCIONES BÁSICAS DE LA GRAMÁTICA DE CHOMSKY*

Luis M. Peris-Viñé
Departamento de Filosofía
Universidad de Granada

Resumen

Nos ocupamos de las nociones relacionales básicas de la *Gramática de Chomsky* (la teoría lingüística expuesta por Noam Chomsky en *The Logical Structure of Linguistic Theory*). En primer lugar, identificamos tales nociones (*estructura sintagmática*, *estructura transformada*, *representación fonémica* y *representación fonética*) y defendemos que todas pueden ser concebidas como asignando representaciones a oraciones. En segundo lugar, analizamos su estructura conceptual, defendiendo que *estructura sintagmática* es una función triádica con oraciones y números naturales como argumentos, que *estructura transformada* es una función triádica con oraciones y estructuras sintagmáticas como argumentos y que *representación fonémica* y *representación fonética* son funciones diádicas con oraciones como argumentos.

Palabras clave: Gramática, Chomsky, reconstrucción, tipificaciones, caracterizaciones, nociones básicas, modelos potenciales.

Abstract

We deal with relational basic notions of *Chomsky's grammar* (the linguistic theory exposed by Noam Chomsky in *The Logical Structure of Linguistic Theory*). First, we identify such notions (*phrase structure*, *transformed structure*, *phonemic representation* and *phonetic representation*) and we defend that all can be conceived as assigning representations to sentences. Second, we analyze their conceptual structure, defending that *phrase structure* is a ternary function with sentences and natural numbers as arguments, that *transformed structure* is a ternary function with sentences and phrase structures as arguments, and that *phonemic representation* and *phonetic representation* are binary functions with sentences as arguments.

Key words: Grammar, Chomsky, reconstruction, typifications, characterizations, basic notions, potential models.

Nos ocuparemos en este trabajo de la estructura conceptual de las nociones básicas de una teoría de la lingüística, la *gramática de Chomsky*, *GCH*. Llamamos así a la teoría lingüística expuesta por Noam Chomsky en *The Logical Structure of Linguistic Theory*, obra ésta que está al inicio (y en parte también a la base) de todo el posterior desarrollo de la gramática generativa transformacional¹. Nuestro propósito más general es establecer la caracteri-

* La versión final de este trabajo se ha beneficiado de la lectura de los informes anónimos realizados por dos colaboradores de *Agora*, lo que agradezco.

¹ Lo que aquí llamamos *gramática de Chomsky* suele ser conocido a través de Chomsky

zación de las nociones básicas de *GCH*, en el sentido que el término «caracterización» tiene en la tradición de análisis lógico de las teorías científicas².

Según Chomsky, una gramática es una teoría de las *oraciones* de una lengua, y puede ser concebida como un procedimiento para asignar distintas *representaciones gramaticales* a esas oraciones. Esto permite analizar la gramática de Chomsky como una teoría que asigna a los objetos de su dominio (las oraciones) los valores de ciertas nociones básicas (las representaciones gramaticales)³. En Chomsky (1955) son consideradas distintas representaciones y distintos niveles de representación en los que se «administran» tales representaciones. Debemos pues atender a la organización de los niveles de representación propuesta por Chomsky (1995) para así identificar las nociones básicas de *GCH*, lo cual es lógicamente una tarea previa a la de caracterizar dichas nociones.

1. Identificación de las nociones básicas de *GCH*

Los niveles de representación que vamos a considerar, de los mencionados en Chomsky (1955), son el *nivel sintagmático P*, el *nivel transformacional T*, el *nivel fonémico Pm* y el *nivel fonético Pn*. Hay que decir que en Chomsky (1955) son estudiados otros niveles, tales como el nivel de las palabras, el nivel de los morfemas y el nivel de las categorías sintácticas, pero que su propuesta efectiva de descripción gramatical está formulada mediante los cuatro niveles mencionados. Para ser más exactos, hay que decir que el nivel de las palabras y el nivel de los morfemas son considerados como incrustados en el nivel sintagmático, y que desde éste, además, se trata de remediar la inadecuación del análisis de la gramaticalidad proporcionado desde el nivel de las categorías sintácticas⁴. ¿Cuáles son, según la exposición que hace Chomsky (1955), las nociones correspondientes a los cuatro niveles de re-

(1957), si bien esta obra es sólo un breve resumen de Chomsky (1955). Podríamos pues extender a ambas obras la denominación de *gramática de Chomsky*, que cubriría así la primera versión de la gramática generativa transformacional. En Peris-Viñé (1989 y 1991) se ofrece la reconstrucción lógica de los aspectos fundamentales de la segunda versión de la gramática generativa transformacional, conocida como *teoría estándar* y expuesta principalmente en Chomsky (1965).

² Cfr. por ejemplo Balzer/Moulines/Sneed, 1987, pp. 14 y ss.; y Moulines, 1991, pp. 227-232.

³ Esta manera de concebir una gramática es propia de lo que podemos llamar el *contexto de análisis lingüístico*. Pero en Chomsky (1955) encontramos otro contexto desde el que abordar la reconstrucción de la gramática; es el que llamamos *contexto de formulación algebraica del análisis lingüístico*, y desde el cual se asignan *oraciones* a las *representaciones* mediante ciertas proyecciones. Hay razones para defender que la caracterización de las nociones básicas de *GCH* debe realizarse atendiendo al contexto de análisis lingüístico, contexto en el que se lleva a cabo una tarea de representación de las oraciones. Es decir, las nociones básicas de *GCH* asignarían representaciones a las oraciones. Por otro lado, aunque éste no es el tema del presente trabajo, las condiciones sobre cómo obtener tales representaciones pueden formularse como una *ley fundamental* en el sentido que este término tiene en el ámbito de la concepción estructural de las teorías. Cfr. Peris-Viñé, 1995.

⁴ Cfr. Chomsky, 1955, pp. 168, 172, 308, 374, 401, 216-217.

presentación mencionados? Según Chomsky (1955), esos cuatro niveles asignarían cinco representaciones: estructuras sintagmáticas, secuencia de reglas transformacionales y cadenas a las que se aplican, cadenas de palabras, representaciones fonémicas y representaciones fonéticas. Por otro lado, el nivel fonético P_n no asignaría ninguna representación, sino las propias oraciones. Veamos en un gráfico cómo relaciona Chomsky (1955) los niveles y las representaciones, comparándolo con el análisis que efectuaría un gramático que trabajase bajo la influencia de la gramática generativa transformacional. El análisis del gramático de esta corriente comienza considerando una *oración* y consiste en aplicar las reglas de la gramática a fin de obtener distintas representaciones de la misma; así aplicaría reglas sintagmáticas y obtendría la *estructura sintagmática* de la oración, sobre la que aplicaría reglas transformacionales y obtendría una *cadena estructurada de palabras*, sobre la que aplicaría reglas fonémicas y obtendría una *representación fonémica*, sobre la cual, finalmente, aplicaría reglas fonéticas y obtendría una *representación fonética*.

Gráfico 1

DESCRIPCIÓN DE CHOMSKY 1955		ANÁLISIS DEL GRAMÁTICO	
representación asignada	NIVEL		
	P	ORACIÓN	
<i>estructura sintagmática</i>		↓ Reglas Sintagmáticas	<i>Estructura Sintagmática</i>
<i>reglas transformacionales</i>	T	↓ Reglas Transformacionales	<i>Cadena Estructurada de Palabras</i>
<i>cadena de palabras</i>		↓ Reglas Fonémicas	<i>Representación Fonémica</i>
<i>representación fonémica</i>		↓ Reglas Fonéticas	<i>Representación Fonética</i>
<i>representación fonética</i>	P_m		
	P_n		
ORACIÓN			

Si nos fijamos con atención en este gráfico, la organización de una gramática, o, si se quiere, la exposición que del análisis del gramático ofrece

Chomsky (1955), es tal que de ella se siguen algunas consecuencias que podemos considerar inadecuadas⁵:

C1) Una de las representaciones estaría integrada por reglas.

C2) Ciertos niveles no asignarían la representación correspondiente.

C3) En el nivel *T* se asignarían dos representaciones.

C4) El nivel de representación *P_n* no asignaría ninguna representación, sino que asignaría oraciones.

C1) Según la concepción sobre la naturaleza de la representación transformacional que encontramos en Chomsky (1955), una de las representaciones que la gramática asigna a las oraciones desde el nivel transformacional está integrada por *reglas transformacionales* (y por ciertas *estructuras* a las que se aplican esas reglas)⁶. Sin embargo, las reglas de una gramática deberían concebirse como procedimientos auxiliares, formales, y, en tanto que eso, distintas de los valores que las nociones de *GCH* asignan. Es decir, Chomsky (1955) no cumpliría algo que podemos considerar un principio de la «estructura conceptual usual» de las nociones básicas de las teorías científicas:

P1: los valores de las nociones básicas de una teoría no están integrados por procedimientos (auxiliares) usados para obtener valores de las nociones de dicha teoría.

C2) Como apreciamos en el Gráfico 1, según la exposición de Chomsky (1955), la representación de las oraciones correspondiente al nivel fonético *P_n* no se obtendría en este nivel, sino en el anterior, en el nivel fonémico *P_m*. Lo mismo sucedería con los niveles *P_m* y *W*: la representación fonémica no se obtendría en *P_m*, sino en el nivel de las palabras *W*; y, por su parte, la representación en términos de palabras no se obtendría en *W*, sino en el nivel de las transformaciones *T*. El origen de este dislocamiento entre representaciones y niveles se encuentra en la concepción sobre la naturaleza de la representación transformacional de Chomsky (1955) que está a la base de C1.

C3) Esta consecuencia también procede de esa concepción sobre la naturaleza de la representación transformacional que hace a Chomsky (1955) considerar que son representaciones transformacionales tanto una secuencia de reglas transformacionales como el resultado de su aplicación. Además, la salida del nivel transformacional no puede ser concebida como una mera *cadena de palabras*, sino como una cadena de palabras con una estructura característica, es decir, como la estructura derivada obtenida tras la última transformación aplicada. Denominaremos a estas estructuras *estructuras transformadas*.

C4) Esta consecuencia implica que el nivel *P_n* asignaría los objetos del dominio, las oraciones. Sin embargo, esto supone confundir (o igualar) los objetos del dominio de la teoría con los valores que las nociones básicas de la teoría asignan. Podríamos describir esta situación diciendo que la concepción sobre la naturaleza de la representación gramatical manifiesta en Choms-

⁵ En Peris-Viñé (1995) se ofrece un análisis detallado de estas consecuencias; aquí, en lo que a continuación sigue, sólo sintetizamos algunas de las conclusiones de ese análisis.

⁶ Cfr., por ejemplo, Chomsky, 1955, p. 306; y Chomsky, 1957, pp. 65, 77.

ky (1955) (la que permite que una gramática asigne tanto *representaciones* como *oraciones*) no cumple un segundo principio sobre la «estructura conceptual usual» de las nociones básicas de las teorías científicas:

P2: los valores de las nociones básicas de una teoría no están integrados por los objetos del dominio de la teoría (el conjunto base principal)⁷.

La consecuencia C4 está vinculada a la consecuencia C1: aceptar que una secuencia de reglas puede ser una representación lleva consigo el desplazamiento reflejado en C2, lo cual acarrea que la *representación fonética* se asigne en el nivel fonológico y, por tanto, que el nivel fonético carezca de representación para asignar, lo cual deja vía libre para considerar que este nivel asigna oraciones. Es decir, C1 aunque no implica C4 sí que la permite.

En nuestra reconstrucción de la estructura conceptual de las nociones básicas de *GCH* nos alejamos parcialmente de la exposición de Chomsky (1955) y tratamos de reflejar la práctica de los gramáticos durante sus análisis lingüísticos. En el siguiente gráfico se pueden apreciar las diferencias que existen entre nuestra reconstrucción y la exposición de Chomsky (1955):

Gráfico 2

DESCRIPCIÓN DE CHOMSKY 1955		ANÁLISIS DEL GRAMÁTICO	NUESTRA RECONSTRUCCIÓN	
representación asignada	NIVEL		NIVEL	representación asignada
<i>estructura sintagmática</i>	P	ORACIÓN ↓ Reglas Sintagmáticas ↓ Estructura Sintagmática	P	<i>estructura sintagmática</i>
<i>reglas transformacionales</i> <i>cadena de palabras</i>	T	↓ Reglas Transformacionales ↓ Cadena Estructurada de Palabras	T	<i>estructura transformada</i>
<i>representación fonémica</i>	W	↓ Reglas Fonémicas ↓ Representación Fonémica	Pm	<i>representación fonémica</i>
<i>representación fonética</i>	Pm	↓ Reglas Fonéticas ↓ Representación Fonética	Pn	<i>representación fonética</i>
	Pn			
ORACIÓN				

⁷ Evidentemente, el principio P2 asume que las nociones básicas de las teorías científicas (empíricas) no se limitan a *reordenar* los objetos del dominio (al modo de las nociones clasificatorias) sino que *representan* (o *identifican*) aspectos de esos objetos mediante conceptos expres-

Las diferencias más notables son las siguientes:

D1) La configuración y denominación de los niveles en nuestra reconstrucción se realiza en atención a la representación que desde ellos es posible asignar a las oraciones, mientras que en la exposición de Chomsky (1955) se realiza en atención una vez a la representación que es posible asignar (*nivel sintagmático*), otras veces en atención a la estructura sobre la que se aplican las reglas (*nivel de las palabras, nivel fonémico, nivel fonético*) y otras en atención al tipo de reglas aplicadas (*nivel sintagmático, nivel transformacional*).

D2) En Chomsky (1955) se consideran cuatro niveles de representación y un quinto nivel, P_n , que no es de representación, correspondiéndole cinco tipos de representaciones a los cuatro niveles de representación; nuestra reconstrucción considera cuatro niveles de representación y una representación para cada uno de ellos.

D3) El nivel que Chomsky (1955) denomina *nivel de palabras, W*, nosotros lo llamamos *nivel fonémico, P_m*, puesto que en él se asignan *representaciones fonémicas* y se aplican *reglas fonémicas*; el nivel que Chomsky (1955) denomina *nivel fonémico, P_m*, nosotros lo llamamos *nivel fonético, P_n*, puesto que en él se asignan representaciones fonéticas y se aplican *reglas fonéticas*.

D4) En la exposición de Chomsky (1955) las representaciones están constituidas unas veces por la estructura obtenida tras la aplicación de las reglas del nivel en cuestión, otras veces por la estructura sobre la que se aplican las reglas, y otras por las propias reglas; en nuestra reconstrucción las representaciones son siempre el resultado de aplicar las reglas (y no las reglas mismas).

D5) Lo que desde el nivel T se le asigna a las oraciones de una lengua no es lo que Chomsky (1955) llama *cadena de palabras*, ni la secuencia de transformaciones aplicadas, sino lo que hemos llamado *estructura transformada*, es decir, la cadena gramatical de palabras estructuradas que resulta tras aplicar las transformaciones pertinentes a la estructura sintagmática de una oración.

Por lo dicho, consideramos que las nociones básicas de *GCH* son las siguientes: *estructura sintagmática, estructura transformada, representación fonémica y representación fonética*. Usaremos las letras p , t , f y α para referirnos respectivamente a estas nociones. Debemos ahora establecer la tipificación de cada una de estas nociones.

sables en términos de nociones auxiliares. Por otro lado, el incumplimiento de P_2 por parte de *GCH*, o si se quiere la consecuencia C_4 , puede entenderse como el resultado de confundir el *contexto de análisis* con el *contexto de formulación* (en el sentido de la nota 3); además, ello estaría auspiciado por una influencia excesiva del modelo de los lenguajes artificiales en el estudio de los lenguajes naturales. Cfr. Peris-Viñé, 1995.

2. Tipificación de las nociones básicas de *GCH*

Las nociones básicas de las teorías suelen ser, desde un punto de vista matemático, *relaciones*. Una relación, desde un punto de vista matemático y extensional, es concebida como un *conjunto*. Pues bien, la estructura conceptual de una noción básica se expresa indicando cómo, a partir de ciertos conjuntos base, se construye el conjunto correspondiente a dicha noción. El conjunto resultante recogerá información relativa a aquellos objetos y a sus interrelaciones presupuestos al hacer uso de la noción en cuestión. Técnica-mente, la estructura conceptual de una noción se expresa formulando la *tipificación* para esa noción. «Intuitivamente, una tipificación es un enunciado que expresa que un conjunto R tiene un determinado tipo teórico-conjuntista sobre otros conjuntos D_1, \dots, D_k . Semejante indicación del tipo teórico-conjuntista es necesaria respecto de las relaciones o funciones que ocurran en una teoría, porque de otra forma uno no podría conocer qué tipos de argumentos toma la función o a cuáles se aplica la relación» (Balzer/Moulines/Sneed, 1987: 6)⁸. Como fácilmente se aprecia, la formulación de las tipificaciones para una teoría es un momento central en la caracterización de los modelos de esa teoría.

La tipificación de las nociones básicas de una teoría se establece a partir de ciertos conjuntos llamados *conjuntos base*; de estos unos son *conjuntos base principales* y otros *conjuntos base auxiliares*. Los conjuntos base auxiliares son normalmente aquellos conjuntos a los que pertenecen los elementos que constituyen los valores de las nociones básicas de una teoría. Son, pues, conjuntos de los que se dispone previamente para la configuración de tales nociones. Por ejemplo, el *conjunto de los números naturales* o el *conjunto de los números reales* son conjuntos de este tipo correspondientes a ciertas teorías de la física. Por su parte, los conjuntos base principales de una teoría constituyen los *dominios* o conjuntos de *objetos* de la teoría. El propósito es «separar conjuntos puramente matemáticos (como el conjunto \mathbb{N} de los números naturales, o el conjunto \mathbb{R} de los números reales) de otros conjuntos base que son interpretados empíricamente (...) es conveniente tratar los conjuntos base matemáticos como 'previamente disponibles' y ya interpretados, y establecer de un modo explícito sólo la parte empírica propia de la teoría» (Balzer/Moulines/Sneed, 1987: 9-10).

Las nociones de *GCH* se configuran a partir de un conjunto base principal (el conjunto L de oraciones de una lengua) y de varios conjuntos base auxiliares. Para entender cuáles son los conjuntos base auxiliares de *GCH* debemos tener presente la descripción de los niveles de representación de la

⁸ Cfr. Bourbaki, 1970, Cap. IV, secc. 1. «Aunque se trate de una teoría empírica, las tipificaciones no tienen el menor carácter de enunciados empíricos: su misión consiste exclusivamente en explicitar el tipo de aparato conceptual que queremos usar. Carece por completo de sentido tratar de confirmar o refutar una tipificación. Lo único que podemos tratar de averiguar es si una tipificación propuesta es realmente adecuada para el concepto que queremos introducir, pero ésta es una cuestión de puro análisis conceptual» (Moulines, 1991: 229).

gramática ofrecida por Chomsky (1955). En cada uno de esos niveles hay un procedimiento para construir ciertas cadenas que sirven para representar las oraciones. Concretamente, se parte de un *alfabeto de primas* (o símbolos primitivos) para cada nivel y una operación de *concatenación*; las cadenas formadas concatenando primas del alfabeto de un nivel y (o) concatenando elementos compuestos constituyen los elementos para ese nivel; algunas de esas cadenas pueden representar la estructura de las oraciones en ese nivel⁹; tales cadenas forman el conjunto de marcadores-*L* para el nivel *L* y son los valores que la noción básica correspondiente a ese nivel puede asignar a las oraciones¹⁰. Es decir, no toda *cadena* de primas es un marcador, la representación de alguna oración; «in abstract construction of linguistic theory we must determine what sort of elements appear as markers on each level» (Chomsky, 1955: 107). Para lograr esto, la teoría lingüística general debería especificar ciertas *condiciones (lingüísticas) de formación*, exigibles a cadenas cualesquiera para poder ser consideradas representaciones de la estructura de las oraciones.

Así pues, los conjuntos base auxiliares para las nociones básicas de *GCH* son *conjuntos de representaciones posibles*, a los que añadiremos el conjunto *N* de los números naturales cuya utilidad mostraremos en breve. Los conjuntos de representaciones posibles son: el *conjunto de estructuras sintagmáticas posibles*, *P*; el *conjunto de estructuras transformadas posibles*, *T*; el *conjunto de representaciones fonémicas posibles*, *F*; y el *conjunto de representaciones fonéticas posibles*, *A*. Los elementos de los conjuntos *P*, *T*, *F*, y *A* son los valores que las nociones básicas de *GCH* pueden asignar a las oraciones. Consideramos que la tarea de fijar los alfabetos, formular las condiciones de concatenación y especificar (hasta donde sea posible) el contenido de los conjuntos de representaciones posibles es una tarea conceptualmente previa y auxiliar con respecto a la tarea de asignar representaciones a las oraciones que realiza *GCH*. Esa tarea auxiliar se realiza, como queda claro por lo dicho, desde la teoría lingüística general, o mejor desde una porción de la teoría lingüística general que podemos llamar la *teoría general de las representaciones*, *TGR*¹¹. En el siguiente gráfico se reflejan los pasos dados en el seno de *TGR*:

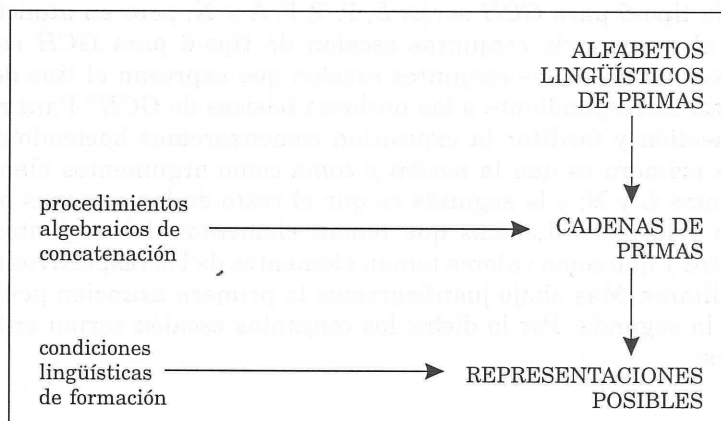
⁹ Cfr. Chomsky, 1955, p. 66.

¹⁰ Consideramos que lo que la noción *p* asigna a una oración *o* es la cadena *Gr(P)* (la cadena terminal gramatical) correspondiente a *o* junto con el marcador-*P* de esa cadena. O simplemente podemos considerar que los marcadores-*P* por sí mismos contienen ya la cadena de *Gr(P)* correspondiente, como parece asumir Chomsky, 1955, p. 205, cuando dice que «Each *P*-marker is a set of strings in *P* containing exactly one 'lowest level' string of *Gr(P)*». En cualquier caso los marcadores-*P* no son meramente cadenas sino conjuntos de cadenas, por lo que, para ser más exactos, habría que asumir procedimientos de teoría de conjuntos además de procedimientos de concatenación para especificar los marcadores-*L*.

¹¹ Chomsky señala que el intento de especificar las primas de un nivel para cualquier lenguaje es reminiscente de los intentos de desarrollar una gramática universal. Aunque en la mayoría de los niveles a lo más que se llega es a sugerir ciertas condiciones formales, en el nivel transformacional puede llegarse a señalar transformaciones comunes a varias lenguas. Cfr. Chomsky, 1955, pp. 108-109.

Gráfico 3

Teoría general de las representaciones



Ahora podemos abordar la formulación de las tipificaciones de las nociones básicas de *GCH*. Para ello seguiremos el procedimiento general que consiste en, para cada noción básica R de una teoría, indicar el conjunto al que pertenece el conjunto correspondiente a R ; lo cual se logra indicando qué operaciones de la teoría de conjuntos se aplican sobre los conjuntos base D_1, \dots, D_k de la teoría en cuestión. Las operaciones utilizadas son la de *proyección*, la de *producto cartesiano* y la de *conjunto potencia*; operaciones que pueden aplicarse repetidas veces y en combinación unas con otras. El resultado indicará la estructura conceptual de R , o, dicho de otro modo, el *tipo de entidad conjuntista* que R es¹².

Para cada noción R , las operaciones que se han de aplicar sobre los conjuntos base D_1, \dots, D_k vienen indicadas mediante unos *esquemas*, que podemos llamar *esquemas de tipo de base k* (abreviado, *tipos de base k* , o simplemente *tipos- k*). Un tipo- k viene a ser una regla para construir un conjunto de ese tipo a partir de los conjuntos D_1, \dots, D_k ; si σ es un tipo- k , $\sigma(D_1, \dots, D_k)$ será ese conjunto. Tales conjuntos se denominan *conjuntos escalón*¹³. Existe una definición precisa de lo que es un tipo- k ; se trata de una definición recursiva y es la siguiente¹⁴:

(1)

1. $\pi_i(D_1, \dots, D_k)$ es un tipo- k (si $i \leq k$).
2. Si σ es un tipo- k , entonces $Pot(\sigma)$ es un tipo- k .
3. Si σ_1 y σ_2 son tipos- k , entonces $\sigma_1 \times \sigma_2$ es un tipo- k .

¹² Cfr. Balzer/Moulines/Sneed, 1987, pp. 7-8; y Moulines, 1991, p. 228.

¹³ En Balzer/Moulines/Sneed, 1987, p. 8, se encuentra una definición precisa de esta noción.

¹⁴ Cfr. Moulines, 1991, p. 227.

Como hemos visto, los conjuntos base de *GCH* son seis, por lo que para esta teoría el número k es igual a 6. Es decir, hablaremos de *esquemas de tipo de base 6*, o, abreviando, de *tipos-6*. En atención a (1)1, los conjuntos escalón de tipo-6 para *GCH* serán L, P, T, F, A y N ; pero en atención a (1)2 y a (1)3 el número de conjuntos escalón de tipo-6 para *GCH* es infinito. ¿Cuáles son de hecho los conjuntos escalón que expresan el tipo de entidad conjuntista correspondiente a las nociones básicas de *GCH*? Para responder a esta cuestión y facilitar la exposición comenzaremos haciendo dos asunciones: la primera es que la noción p toma como argumentos elementos de los conjuntos L y N ; y la segunda es que el resto de las nociones básicas de *GCH* son relaciones diádicas que toman elementos de los conjuntos L como argumentos y que como valores toman elementos de los respectivos conjuntos base auxiliares. Más abajo justificaremos la primera asunción pero abandonaremos la segunda. Por lo dicho, los conjuntos escalón serían entonces los siguientes:

(2)

$$\begin{aligned} &Pot((\pi_1\langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_6\langle L, P, T, F, A, N \rangle) \times \pi_2\langle L, P, T, F, A, N \rangle) \\ &Pot(\pi_1\langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_3\langle L, P, T, F, A, N \rangle) \\ &Pot(\pi_1\langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_4\langle L, P, T, F, A, N \rangle) \\ &Pot(\pi_1\langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_5\langle L, P, T, F, A, N \rangle) \end{aligned}$$

o si, por abreviar, indicamos directamente el resultado de las proyecciones π_i :

(2')

$$\begin{aligned} &Pot((L \times N) \times P) \\ &Pot(L \times T) \\ &Pot(L \times F) \\ &Pot(L \times A) \end{aligned}$$

Para obtener estos conjuntos escalón se han debido aplicar respectivamente los siguientes esquemas de tipo de base 6:

(3)

$$\begin{aligned} \sigma_1: &Pot((\pi_1\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle \times \pi_6\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle \times \\ &\quad \pi_2\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle) \\ \sigma_2: &Pot(\pi_1\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle \times \pi_3\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle) \\ \sigma_3: &Pot(\pi_1\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle \times \pi_4\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle) \\ \sigma_4: &Pot(\pi_1\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle \times \pi_5\langle D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \rangle) \end{aligned}$$

Ahora podemos indicar cuáles son las tipificaciones de las nociones básicas de *GCH*, pero antes veamos cuál es la definición de *tipificación*¹⁵:

¹⁵ Cfr. Balzer/Moulines/Sneed, 1987, p. 8. En esta obra se usa la letra A tanto para referirse a los conjuntos base auxiliares como a las fórmulas que fijan la estructura de una teoría. En aras de evitar posibles confusiones hemos optado por usar la letra F para referirnos a las fórmulas mencionadas y mantener el uso de A para referirnos a los conjuntos base auxiliares. Esta modificación afectará también a las citas textuales que recojamos de esa obra.

(4)

Una fórmula F de la teoría de conjuntos es una *tipificación* *syss* hay un esquema de tipo de base k , denotado σ , tal que F tiene la forma

$$R \in \sigma(D_1, \dots, D_k)$$

donde R, D_1, \dots, D_k son conjuntos.

Por tanto, dados los conjuntos escalón de (2), las tipificaciones de las nociones básicas de *GCH* serían las siguientes:

(5)

$$F_1: p \in \text{Pot}((\pi_1 \langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_6 \langle L, P, T, F, A, N \rangle) \times \pi_2 \langle L, P, T, F, A, N \rangle)$$

$$F_2: t \in \text{Pot}(\pi_1 \langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_3 \langle L, P, T, F, A, N \rangle)$$

$$F_3: f \in \text{Pot}(\pi_1 \langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_4 \langle L, P, T, F, A, N \rangle)$$

$$F_4: \alpha \in \text{Pot}(\pi_1 \langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_5 \langle L, P, T, F, A, N \rangle)$$

Llegados a este punto es importante señalar que establecer la tipificación de las nociones básicas de una teoría no equivale a establecer completamente la estructura conceptual de tales nociones. En la definición de los modelos potenciales de las teorías se incluye normalmente información sobre las nociones básicas suplementaria a la proporcionada mediante sus tipificaciones. En nuestro caso, una vez formuladas las tipificaciones para las nociones de *GCH*, habría que indicar, como información de ese carácter suplementario, si tales nociones han de reconstruirse como funciones o como relaciones. Ahora bien, ese tipo de información se expresa no mediante tipificaciones sino mediante expresiones de carácter más genérico denominadas *caracterizaciones*.

3. Caracterizaciones¹⁶

Para entender qué es una caracterización recorreremos un camino que comienza con los llamados *esquemas de tipo*. Hemos visto cómo los esquemas de tipo proporcionan la estructura de las distintas nociones básicas de una teoría. Si ahora construimos un compendio de todos los esquemas de tipo para una teoría, el resultado incluirá información sobre la estructura sintáctica de toda la teoría al completo. Es lo que se llama simplemente un *tipo*. «Un tipo comprende información completa sobre las propiedades sintácticas del vocabulario de una teoría. Nos dice de cuántas clases de cosas (objetos) habla la teoría (el número de conjuntos base), cuántos predicados básicos son usados (el número n de tipificaciones), y cuántos argumentos y de qué tipo tiene cada predicado (el esquema de tipo σ_i de base k para el predicado *íésimo*)» (Blazer/Moulines/Sneed, 1987: 8-9)¹⁷.

¹⁶ Esta sección incluye una descripción del procedimiento general para establecer la caracterización de las nociones de una teoría cualquiera, tal y como lo encontramos en Balzer/Moulines/Sneed (1987), aunque ejemplificándolo mediante el caso de *GCH*.

¹⁷ También estos *tipos* son *esquemas*, en el sentido que lo son los *esquemas de tipo*, pues

(6)

τ es un tipo *syss* existen $k, m, \sigma_1, \dots, \sigma_n$ tales que

1. $\tau = \langle k, m, \sigma_1, \dots, \sigma_n \rangle$
2. k, m , son números naturales y $m \geq 0$
3. $\sigma_1, \dots, \sigma_n$ son esquemas de tipo de base $k + m$

En (6) se distinguen dos grupos de conjuntos base, de ahí que en lugar del número k se utilice el número $k + m$: el primer grupo es el de los *conjuntos base principales* y el segundo el de los *conjuntos base auxiliares*. Los primeros constituyen los dominios de objetos interpretables empíricamente, mientras que los segundos contienen objetos matemáticos de carácter auxiliar (como P, T, F, A y N en el caso de *GCH*, u otros). De lo dicho se sigue que el *tipo* de *GCH* se formularía así:

(7)

$$\tau(\text{GCH}) \equiv \langle 1, 5, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4 \rangle$$

Cada *tipo* determina toda una clase de estructuras teórico-conjuntistas de ese tipo. «Una estructura de tipo τ consiste en una colección de conjuntos base $D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m$ y una colección de predicados R_1, \dots, R_n tales que los últimos son tipificados sobre los primeros» (Balzer/Moulines/Sneed, 1987: 9). Recojamos la definición de la noción de *estructura de tipo*:

(8)

Si $\tau = \langle k, m, \sigma_1, \dots, \sigma_n \rangle$ es un tipo, entonces x es una *estructura de tipo* τ *syss* existen $D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m, R_1, \dots, R_n$ tales que

1. $x = \langle D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m, R_1, \dots, R_n \rangle$
2. $D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m$ son conjuntos
3. Para todo $i \leq n : R_i \in \sigma_i(D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m)$

Para un mismo tipo τ , es decir, para una misma teoría, existirán diferentes entidades que serán estructuras de tipo τ . Sin embargo, todas ellas tendrán la forma que indique el tipo τ . Por ejemplo, para *GCH*, cuyo tipo se recoge en (7), las estructuras de tipo $\tau(\text{GCH})$ tendrán el siguiente aspecto:

(9)

$$\langle L, P, T, F, A, N, p, t, f, \alpha \rangle$$

Antes hemos hablado de ciertas fórmulas de teoría de conjuntos, las *tipificaciones*, que eran construidas de determinada manera y por consiguiente tenían una estructura determinada. Tales fórmulas las utilizamos

ambos expresan la *forma* o *armazón* de ciertas entidades. Hemos visto que los *esquemas de tipo* expresan la forma de las entidades llamadas *tipificaciones*, a continuación veremos cómo los *tipos* expresan la forma de ciertas entidades llamadas *estructuras de tipo*. (Si nos interesara definir de un modo general los modelos potenciales para una teoría cualquiera, podríamos ver cómo las *especies de estructura*, otra clase de *esquemas*, expresan la forma de las entidades llamadas *estructuras de especie*).

para expresar la estructura de las nociones (relaciones) básicas de las teorías. Pensemos ahora no en este tipo de fórmulas, sino en *fórmulas de teoría de conjuntos en general*, es decir, en fórmulas en las que aparecen signos que denotan conjuntos y dispuestos según los procedimientos sintácticos usuales en teoría de conjuntos. Sea F una fórmula semejante y sean u_1, \dots, u_n conjuntos; entonces podremos expresar dos situaciones:

1. Que los signos « u_1 », ..., « u_n » ocurren en F , para lo cual escribiremos

$$F(u_1, \dots, u_n)$$

2. Que en F ocurren como mucho los signos « u_1 », ..., « u_n », para lo cual escribiremos

$$F[u_1, \dots, u_n]$$

Interesa este caso 2 para precisar la conexión que puede darse entre una fórmula y una estructura de tipo de las definidas en (8), conexión en términos de aplicación:

(10)

La fórmula F se aplica a la estructura $\langle D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m, R_1, \dots, R_n \rangle$ syss $F[D_1, \dots, D_k, A_1, \dots, A_m, R_1, \dots, R_n]$

Es decir, «la fórmula F se aplica a la estructura $\langle D_1, \dots, R_n \rangle$ si y sólo si los símbolos ' D_1 ', ..., ' R_n ' son los únicos que ocurren en F como símbolos para conjuntos (a parte de variables ligadas) (...). Esto significa, en otras palabras, que F es una fórmula construida a partir de (algunos o de todos) los símbolos ' D_1 ', ..., ' R_n ' por medio de definiciones teórico-conjuntistas usuales, es decir, con 'ε', '=', cuantificadores, paréntesis y variables ligadas como material añadido» (Balzer/Moulines/Sneed, 1987: 10).

Ahora podemos usar (10) para definir una nueva clase de «esquema», las llamadas *especies de estructura*. Una especie de estructura de tipo τ consta del tipo τ seguido de fórmulas F que se aplican a alguna estructura de tipo τ .

(11)

Si $\tau = \langle k, m, \sigma_1, \dots, \sigma_n \rangle$ es un tipo, entonces Σ es una *especie de estructura de tipo* τ syss existen F_1, \dots, F_s tales que

1. $\Sigma = \langle k, m, \sigma_1, \dots, \sigma_n, F_1, \dots, F_s \rangle$
2. Para todo $i \leq s$: F_i es una fórmula que se aplica a alguna estructura x de tipo τ .

Es decir, una especie de estructura está formada por «(a) un número natural (que expresa el número de conjuntos base); (b) un número finito de tipificaciones (que expresan los procedimientos para construir nuevos conjuntos, relaciones o funciones a partir de los conjuntos base); y (c) oraciones teórico-conjuntistas (fórmulas) que expresan las condiciones que han de ser satisfechas por las nociones básicas de la teoría o que relacionan alguna de ellas con cada una de las otras (expresando 'leyes')» (Balzer/Moulines/Sneed, 1987: 6).

Así, partiendo del tipo $\tau(GCH)$ presentado en (7), de la estructura de tipo $\tau(GCH)$ presentada en (9), y teniendo en cuenta las fórmulas F de GCH que hemos mencionado en (5), podemos convenir en que Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 y Σ_4 son algunas especies de estructura de tipo $\tau(GCH)$:

(12)

$$\Sigma_1 = \langle 1, 5, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, F_1 \rangle$$

$$\Sigma_2 = \langle 1, 5, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, F_1, F_2 \rangle$$

$$\Sigma_3 = \langle 1, 5, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, F_1, F_2, F_3 \rangle$$

$$\Sigma_4 = \langle 1, 5, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, F_1, F_2, F_3, F_4 \rangle$$

Ahora podemos definir lo que es una *caracterización*¹⁸:

(13)

Si $\Sigma = \langle k, m, \sigma_1, \dots, \sigma_n, F_1, \dots, F_s \rangle$ es una especie de estructura, y $i \leq s$, entonces

F_i es una *caracterización* *syss* F_i , contiene símbolos para una única relación (aparte de símbolos para conjuntos base y de teoría de conjuntos).

Es decir, una caracterización no expresa conexión alguna entre nociones relacionales, aunque puede expresar alguna conexión entre los conjuntos base. Por tanto, las *tipificaciones* serán un subconjunto de las *caracterizaciones*: las caracterizaciones que no son tipificaciones son normalmente indicaciones de ciertas propiedades formales o matemáticas de los conjuntos base o de las relaciones. En el caso de GCH tales caracterizaciones serán las que indiquen si sus nociones básicas son o no funciones, lo cual quedará expresado más abajo en nuestra propuesta de definición de los modelos potenciales de GCH ¹⁹.

4. ¿Funciones o relaciones?

Comencemos considerando las nociones *representación fonémica* y *representación fonética*. Según Chomsky (1955), la proyección que asigna representaciones fonémicas y la proyección que asigna representaciones fonéticas son «single-valued»: la primera de esas proyecciones es la que él denomina Φ^W (Cfr. *op. cit.*, 165) mientras que la segunda es la que él denomina Φ^{Pm} (Cfr. *op. cit.*, 159). Esto indica claramente que una oración no puede tener más que una representación fonémica y una representación fonética, y que por tanto las nociones *representación fonémica* y *representación fonética* tienen la estructura de funciones²⁰. Este rasgo de ambas nociones lo expresa-

¹⁸ Cfr. Balzer/Moulines/Sneed, 1987, p. 14.

¹⁹ Aparte de estos comentarios sobre las diferencias entre *tipificaciones* y *caracterizaciones*, para mejor apreciar tales diferencias conviene tener presente sus definiciones respectivas (Cfr. (4) y (13)) y comparar las tipificaciones de las nociones de GCH , formuladas en (21), con sus caracterizaciones incluidas en la definición de sus modelos potenciales presentada en (22).

²⁰ Además, de los comentarios de Chomsky (1955) se desprende que ambas funciones son

remos en su momento mediante una de esas caracterizaciones mencionadas que no son tipificaciones.

Consideremos ahora las nociones *estructura sintagmática*, *p*, y *estructura transformada*, *t*. La cuestión sobre si estas nociones de *GCH* son funciones o simplemente relaciones puede tratarse investigando el modo en el que la gramática asigna los valores de las mismas en los casos de homonimia construccional. «We have a case of constructional hominimity on the level *L* when the mapping Φ assigns two or more *L*-markers to a single utterance. This utterance then falls in the overlap of two distinct patterns, and, if our theory is adequate, such utterances should be, intuitively, cases of structural ambiguity» (Chomsky, 1955: 108). La existencia de tales casos de homonimia construccional o ambigüedad estructural haría, en principio, que la estructura de las nociones afectadas fuese la de una *relación* y no la de una *función*.

En el nivel *P* la homonimia construccional se produciría cuando la noción *p* le asignara más de un valor a una misma oración; es decir, cuando «several *P*-markers are assigned to a given string in *Gr(P)*» (Chomsky, 1955: 215). Recojamos algunos ejemplos de tales oraciones:

(14)

1. *I saw many old men and women.*
2. *They are flying planes.*
3. *Flying planes can be dangerous.*

Estas oraciones pueden ser representadas desde el nivel *P* de dos maneras distintas. Las diferencias se recogen parcialmente en las siguientes estructuras:

(15)

- 1.a. *I saw many [old men] and [women].*
- 1.b. *I saw many [old [men and women]].*
- 2.a. *[They] are [flying planes].*
 NP are NP
- 2.b. *[They] [are flying] [planes]*
 NP Verb NP
- 3.a. $\left[\begin{array}{cc} \textit{Flying} & \textit{[planes]} \\ \text{Adj} & \text{N} \end{array} \right]$ can be dangerous.
 NP NP
- 3.b. $\left[\begin{array}{cc} \textit{Flying} & \textit{[planes]} \\ \text{Verb} & \text{N} \end{array} \right]$ can be dangerous.
 NP NP

uno-uno, pues se nos viene a decir que una misma representación fonética y una misma representación fonémica no pueden serlo de dos preferencias distintas. Cfr. *op. cit.*, pp. 158, 160.

Es decir, estas oraciones tienen varias interpretaciones en el nivel P^{21} . La gramática debe dar cuenta de estos casos asignando a la misma oración dos (o más) representaciones en el nivel P . Por tanto, si la noción básica p debe expresar la asignación de representaciones realizada desde el nivel P , alguien podría considerar que la relación p asigna elementos de P a elementos de L y que no es una función. En (2) asumimos que p tomaba dos argumentos: uno de L y otro de N . Ahora nos afianzaremos en esa asunción para rebatir a ese supuesto alguien²².

Es cierto que una oración puede tener más de una *estructura sintagmática*, pero en cada caso podremos saber cuántas y cuáles, y derivarlas mediante la gramática. Es decir, no podremos hablar siempre de *la* estructura sintagmática de la oración o , pero sí podremos hablar siempre de *la primera*, *la segunda*, etc., estructura sintagmática de la oración o . Algo parecido ocurre con la noción *fuerza* en la mecánica clásica de partículas: no podemos hablar de *la* fuerza que actúa sobre una partícula, pues sobre una partícula pueden actuar más de una fuerza según esa teoría, pero podemos hablar de *la i-ésima* fuerza que actúa sobre una partícula; no obstante, decimos que *fuerza* es una función. Por la misma razón hablaremos de «*la i-ésima* estructura sintagmática de la oración o » y consideraremos que p es una función que toma dos argumentos: un elemento de L y un elemento de N mayor que 0. Esta era pues la razón para nuestra asunción sobre p de (2).

La consideración de los casos de homonimia construccional en el nivel T por parte de Chomsky (1955) tiene el propósito general de argumentar a favor de un análisis sintáctico que incluya tanto un nivel sintagmático P como un nivel transformacional T y en contra de un análisis sintáctico que sólo incluya un nivel sintagmático P . El argumento más usado es aquel que señala la existencia de ciertos casos de ambigüedad que no podrían recibir un análisis sintáctico múltiple, como cabía esperar, a menos que incluyamos un nivel transformacional junto al nivel sintagmático. Es decir, el análisis sintáctico de ciertas ambigüedades realizado exclusivamente desde un nivel sintagmático sería insuficiente e incorrecto²³.

¿Cómo se manifiesta la homonimia construccional en el nivel T ? Comencemos señalando que, según Chomsky (1955: 381), «just as we have the possibility of multiple representation on very other level, we have, on the level T , the possibility of assigning several T -markers to a given sentence». Ahora bien, recuérdese que para Chomsky (1955) los marcadores- T consis-

²¹ Para Chomsky, 1955, p. 178, los marcadores- P son la contrapartida sistemática a la idea de una interpretación en el nivel P . Recordemos el significado de alguno de los signos empleados en el análisis sintáctico: N (*noun*), NP (*nominal phrase*), PP (*prepositional phrase*), VP_A (*auxiliar verbal phrase*), Adj (*Adjetivo*), V_T (*transitive verb*).

²² Además de los pasajes mencionados hasta ahora, en relación a la homonimia en el nivel P , ver Chomsky, 1955, pp. 177, 238, 252, 288-289.

²³ La homonimia en el nivel T se trata fundamentalmente en los siguientes pasajes de Chomsky, 1955: Cap. IX, pp. 294-301, 377; Cap. X, pp. 454, 470, 488-491, 509, 512. Cfr., también, Chomsky, 1957, p. 107.

tían en una indicación de las reglas transformacionales que se aplicaban a partir de la estructura sintagmática de una oración. De ahí que en el nivel *T* los «cases of constructional homonymity and difference of interpretation will have their formal analogue in the assignment of different *T*-markers, i. e., different sequences of operations originating from the same or different kernel sentences, and resulting in a given string» (Chomsky, 1955: 306-307); o, como a veces se nos dice, cuando marcadores-*T* no equivalentes son proyectados en la misma cadena de palabras (Cfr. *op. cit.*, 377). La fuente de homonimia construccional estaría pues en la existencia de diversas secuencias de transformaciones aplicadas para la obtención de una misma cadena de palabras²⁴.

Dicho esto, conviene señalar que la cadena de palabras correspondiente a una oración también tiene una estructura en términos de constituyentes; es lo que a veces se denomina la estructura constituyente derivada, y que más arriba pudimos concebir como un tipo de representación más: la representación asignada desde el nivel transformacional, representación que denominamos *estructura transformada, t*. Además, por otro lado, la asignación «of multiple analysis on the level *T* has the same effect as constructional homonymity on any other level, namely, ambiguity of interpretation of the sentences» (Chomsky, 1955: 381). De ahí que podamos entender que esta ambigüedad en la interpretación de las oraciones se manifiesta en el hecho de que aquella cadena de palabras que pueda obtenerse por la aplicación de más de una secuencia de reglas transformacionales presentará más de una estructura transformada. Así pues, podría decirse que la ambigüedad en el nivel *T* se producirá por la aplicación de diversas secuencias de reglas transformacionales y se manifestará en la obtención de diversas *estructuras transformadas*. Es decir, la homonimia se da en el nivel *T* cuando a una misma oración le corresponde más de una *estructura transformada t*. Consideremos una de las oraciones que según Chomsky manifiesta homonimia construccional desde el nivel *T*:

(16)

John was frightened by the new methods.

La oración de (16) es ambigua, pero si la analizamos sin el nivel transformacional sólo podremos decir que su estructura sintagmática es del tipo:

²⁴ Aparentemente habría otra fuente de homonimia construccional en el nivel transformacional. Esto es lo que parece seguirse de los pasajes en los que se menciona la proyección Φ^P . Téngase en cuenta que la proyección Φ^P es un componente no del nivel *P* sino del nivel *T*, en concreto, una transformación compuesta, e incluye las transformaciones obligatorias, con cuya aplicación exclusiva se obtienen las oraciones nucleares. Pues bien, se nos dice que «we have a real case of constructional homonymity when several *P*-markers are mapped by Φ^P into the same grammatical string in *W*» (Chomsky, 1955: 215); es decir, cuando a una oración que tiene varias estructuras sintagmáticas podemos asignarle la misma estructura transformada nuclear mediante distintos subconjuntos de transformaciones de Φ^P . Aquí la fuente de homonimia construccional parece ser la diversidad tanto de marcadores-*P* como de secuencias de transformaciones obligatorias aplicadas.

(17)

[John]	was	[frightened]	[by the new methods].	
NP	NP	Adj	Adj	PP

lo cual no daría cuenta de su ambigüedad manifiesta. Si, por el contrario, analizamos (16) tanto desde el nivel sintagmático como desde el nivel transformacional resultará que podremos precisar dos vías transformacionales para su obtención: una en la que se aplicaría la transformación optativa *pasiva*, y otra en la que sólo se aplicarían transformaciones obligatorias. Este análisis, que sí da cuenta de la ambigüedad de (16), tiene como consecuencia que a (16) se le asignen dos estructuras sintagmáticas (profundas): una la propia (17) y otra una estructura como (18) sobre la que se pueda aplicar la transformación *pasiva*:

(18)

[the new methods]	[ed]	[frighten]	[John]
NP ₁	NP ₁	VP _A	V _T NP ₂

Además, otro resultado es que (16) tendrá dos estructuras transformadas: una muy parecida a (17), pues se obtendría aplicando sólo transformaciones obligatorias, y otra (19), que resultaría tras aplicar (entre otras) la transformación *pasiva* a (18):

(19)

[John]	[ed]	be en	[frighten]	by	[the new methods].
NP ₂	VP _A	V ^t	V _T	NP ₁	NP ₁

De lo que acaba de decirse, se podría concluir que la noción *t* no puede reconstruirse como una función. Sin embargo, esta conclusión sería precipitada. Y ello porque aunque una misma oración tenga más de una estructura transformada tal cosa no impide reconstruir la noción *t* como una función. Esto es algo que podría conseguirse si asignáramos estructuras transformadas no a oraciones sin más, sino a pares formados por una oración y una estructura sintagmática, es decir, podría conseguirse si modificásemos la tipificación de *t* recogida en F_2 de (5). Estaríamos ante un caso semejante al de, por ejemplo, la noción *velocidad* en ciertas teorías físicas, en las cuales a una misma *partícula* le corresponden múltiples valores de la noción *velocidad*; lo que no impide reconstruir dicha noción como una función, eso sí, una función dependiente del *tiempo*. De modo que a cada par formado por una *partícula* y un instante temporal, la noción *velocidad* sí le asigna un único valor. Si consideramos con atención los ejemplos de homonimia construccional analizados en Chomsky (1955) no encontramos ningún caso en que a un mismo par formado por una oración y una estructura sintagmática se le asigne más de una estructura transformada. Proponemos por tanto que la tipificación de *t* sea F_2 no de (5), sino de (20)²⁵:

²⁵ Consiguientemente, este cambio ocasiona un cambio del esquema de tipo σ_2 de base 6 y del conjunto escalón correspondiente, definidos en (3) y en (2) respectivamente.

(20)

$$F_2 : t \in \text{Pot}((\pi_1 \langle L, P, T, F, A, N \rangle \times \pi_2 \langle L, P, T, F, A, N \rangle) \times \pi_3 \langle L, P, T, F, A, N \rangle)$$

Es decir, si la tipificación de t indica que el conjunto correspondiente a esta noción pertenece no a $\text{Pot}(L \times T)$ sino a $\text{Pot}((L \times P) \times T)$, entonces lograríamos reconstruir t como una función.

Por consiguiente, y como conclusión, si nuestro análisis es correcto, las tipificaciones correspondientes a las nociones básicas de *GCH* vendrían a ser (una vez ejecutadas las operaciones π_i de (5)) las siguientes:

(21)

$$F_1 : p \in \text{Pot}((L \times N) \times P)$$

$$F_2 : t \in \text{Pot}((L \times P) \times T)$$

$$F_3 : f \in \text{Pot}(L \times F)$$

$$F_4 : \alpha \in \text{Pot}(L \times A)$$

Llegados a este punto, ya podemos, como colofón a la tarea de establecer la caracterización de las nociones básicas de *GCH*, definir los modelos potenciales de esta teoría. Con ello concluimos la tarea que nos propusimos como objetivo al inicio de este trabajo, y que no es más que una pequeña parte de la labor necesaria para disponer de una reconstrucción lógica de la primera versión de la corriente generativa transformacional que tanta influencia ha ejercido y ejerce entre lingüistas, psicólogos y filósofos.

(22)

X es una gramática de Chomsky potencial ($X \in Mp(GCH)$) syss existen L, p, t, f, α , tales que

1. $X = \langle L, P, T, F, A, N, p, t, f, \alpha \rangle$
2. L es un conjunto no vacío y numerable
3. $p : L \times N \rightarrow P$
4. $t : L \times P \rightarrow T$
5. $f : L \rightarrow F$
6. $\alpha : L \rightarrow A$

Referencias bibliográficas

- Balzer, W.; Moulines, C. U.; Sneed, J. D., *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht, Reidel, 1987.
- Bourbaki, N., *Éléments de mathématique: Théorie des ensembles*, París, Hermann, 1970.
- Chomsky, Noam (1955), *The Logical Structure of Linguistic Theory*, New York, Plenum, 1975.
- Chomsky, Noam (1957), *Estructuras Sintácticas*, México, Siglo XXI, 1974.
- Chomsky, Noam (1965), *Aspectos de la teoría de la sintaxis*, Madrid, Aguilar, 1975.

- Moulines, C. U., *Pluralidad y recursión: estudios epistemológicos*, Madrid, Alianza Universidad, 1991.
- Peris-Viñé, L. M., *La estructura lógica de la teoría estándar de la lingüística*, (Ph. D. Dissertation), Granada, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, 1989, (microfilm).
- «Relación de especialización, gramática universal y gramáticas particulares», en C. Martín (ed.), *Lenguajes naturales y lenguajes formales. VI*, Barcelona, Promociones y Publicaciones Universitarias, 1991, pp. 839-859.
- «La estructura lógica de la gramática de Chomsky», 1995, (inédito).