

# LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

Andoni IBARRA - Thomas MORMANN

## ABSTRACT

The aim of this paper is twofold: on the one hand we want to make a contribution to the ongoing debate concerning an adequate explication of the concept of reduction. On the other hand we deal with the explication of the concept of explication itself. More precisely, first we discuss some current explicata of explication, then we show that they are inadequate for explication of concepts like implication, reduction, etc. Finally we propose a new and more adequate explicatum of explication and apply it to the concept of reduction.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo apunta, siquiera tentativamente, a un doble objetivo: por un lado, pretende ofrecer una contribución a la discusión sobre la explicación del concepto de reducción y, por otro, trata de elucidar el concepto mismo de explicación o, de otro modo, de explicitar y precisar lo que se entiende por explicación de un concepto (filosófico o científico) y aquello que razonablemente cabe esperar de ella. Ambas tareas se hallan, por lo demás, íntimamente ligadas si se trata no ya de proveer al estilo carnapiano la fundamentación lógica de una forma ideal de explicación de los conceptos cuanto de determinar las condiciones que permiten una interpretación más adecuada de aspectos manifiestos del análisis científico y metacientífico.

Según Carnap una de las tareas más relevantes del análisis lógico está vinculada a la sustitución del uso no sistemático o precientífico de un concepto en beneficio de su uso sistemático o científico, es decir, al reemplazamiento de un concepto familiar pero vago, el 'explicandum', por un nuevo concepto exacto, el 'explicatum'. Carnap denomina a este proceso de transformación *explicación* ('explication') del primer

concepto (Carnap 1950:3).

Obviamente, el explicandum ha de ser suficientemente vago para que requiera ser explicitado (en caso contrario la explicación sería superflua) pero su vaguedad tampoco debe ser tal que la multivocidad resultante esterilice el intento de explicación. Compete al filósofo dar cuenta en este estado inicial de las connotaciones preexistentes del término en cuestión mediante su explicitación informal. Es la tarea acometida por Carnap en su análisis del concepto de probabilidad: la explicitación informal de la multivocidad del término 'probabilidad' (que aparece en las teorías clásicas de la probabilidad de Bernoulli y Laplace, en las que se formulan a partir de la crítica a las teorías clásicas por De Morgan y von Kries o el utilizado en la escuela de Cambridge ligado a los trabajos de Johnson, Jeffreys y Keynes) permite pasar de una pluralidad de significados a los dos conceptos carnapianos de probabilidad lógica y probabilidad estadística (Carnap 1950:24). Esta explicitación informal es necesaria en orden a la determinación de la *adecuación* del resultado del proceso de explicación, el explicatum.

Un explicatum adecuado ha de cumplir según Carnap las siguientes condiciones:

- (1) debe ser suficientemente semejante (en cuanto a su extensión) al explicandum;
- (2) deber ser exacto;
- (3) debe ser fecundo; y
- (4) debe ser simple.

El carácter impreciso y problemático (sobre todo el relativo a la condición de la 'semejanza suficiente') así como las inconsistencias potencialmente derivables de su aplicación (el ser al mismo tiempo 'semejante' y 'más exacto que,' por ejemplo) han sido críticamente estudiados en las exégesis carnapianas. Aquí, sin embargo, es suficiente para nuestro propósito con remitirnos al análisis del concepto de explicación realizado por el propio Carnap en base al ejemplo de la explicación del concepto ordinario 'pez' mediante el concepto exacto relativo a una especie zoológica 'piscis':

- (1): 'piscis' es suficientemente semejante a 'pez' por cuanto la mayor parte de los peces son efectivamente peces, si bien no todos

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

(p. ej. la ballena no lo es).

- (2): El explicatum 'piscis' es exacto por cuanto la zoología dispone de métodos para determinar si un ser vivo pertenece o no a la especie piscis.
- (3) y: El explicatum 'piscis' es fecundo y simple porque se ha evidenciado
- (4) en la zoología taxonómica como un concepto que 'funciona'.

El ejemplo histórico más relevante de explicación eficaz y, por tanto, el modelo ideal para su teoría de la explicación está singularizado según Carnap en la explicación realizada por Frege y Russell de los conceptos de la aritmética elemental. Carnap la describe en los siguientes términos:

"Los explicanda precientíficos son aquí los números 1, 2, etc. (o las cifras que les corresponden) así como los términos 'mas' y 'por' para las operaciones matemáticas de la adición y la multiplicación...

Una (tal) explicación de los conceptos aritméticos es propuesta por Frege y más tarde de forma semejante por B. Russell. Ambos ofrecen explicata para los términos aritméticos usuales mediante definiciones explícitas basadas en última instancia en algunos términos lógicos fundamentales como 'no', 'o', 'existe', etc. cuyos significados se suponen ya comprendidos" (Carnap/ Stegmüller 1959:19-20).

La generalización de este modelo indujo a Carnap a considerar que todos los conceptos explicitables pueden explicitarse de hecho en el marco de la lógica tradicional mediante explicata unívocamente determinados. Por ello, si se atiende a la relevante función asignada en la teoría de la explicación a la lógica formal puede entonces caracterizarse aquélla como una *teoría de la explicación lógica*. Esta teoría suministra a la filosofía de la ciencia concebida como análisis del lenguaje científico un fundamento independiente de la ciencia positiva ('Realwissenschaft') y de la matemática y a partir del cual pueden reconstruirse las ciencias de manera lógicamente precisa. Tal era el programa del empirismo lógico para los conceptos utilizados en las ciencias efectivamente existentes y que en principio no satisfacían las reglas de la lógica formal: construir explicata exactos para tales conceptos en orden

a proveer a las ciencias de un fundamento firme.

Que este programa de explicación lógica de los conceptos científicos (y filosóficos) pudiera realizarse fue cuestionado con el tiempo de forma creciente -especialmente en los trabajos de Quine. No por ello han desaparecido quienes enarbolan la bandera del programa carnapiano de explicación. Kamlah, por ejemplo, estipula como criterios de adecuación de un explicatum requisitos aún más estrictos que los del propio Carnap (Kamlah 1980:35). Quine sugiere en cambio otro planteamiento. *Explicitar* significa a su juicio *eliminar* los términos o expresiones generadores de dificultades o confusión usando en su lugar otros menos molestos en sintonía con el dictum wittgensteiniano de que no compete a la filosofía resolver los problemas sino disolverlos:

*"Explication is elimination.* We have, to begin with, an expression or form of expression that is somehow troublesome. It behaves partly like a term but not enough so, or it is vague in ways that bother us, or it puts kinks in a theory or encourages one or another confusion. But also it serves certain purposes that are not to be abandoned. Then we find a way of accomplishing those same purposes through other channels, using other and less troublesome forms of expression. The old perplexities are resolved.

According to an influential doctrine of Wittgenstein's, the task of philosophy is not to solve problems but to dissolve them by showing that there were really none there. This doctrine has its limitations, but it aptly fits explication" (Quine 1960:260).

Mediante el recurso al análisis de la explicación del concepto de reducción pretendemos hacer ver la incorrección tanto de la teoría de la explicación lógica de Carnap como de la concepción wittgensteiniana de la eliminación sugerida por Quine.

Nuestro punto de partida es el siguiente: en una primera aproximación a la tarea explicativa debería darse cuenta de lo que sucede en un concepto cuando es explicitado, es decir, cuando se lo somete a un examen y reconstrucción científicos pues, como indicaba Margenau en su trabajo "Methodology of Modern Physics" (1935), "casi todos los términos que han sido sometidos a la investigación científica han perdido su significado absoluto inicial y adquirido un espectro de significados

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

cuyos límites son incluso con frecuencia variables" (Margenau 1935:70). Una consideración somera de conceptos fundamentales como los de 'fuerza', 'tiempo', 'calor', etc. es ciertamente suficiente para terminar aceptando el diagnóstico de Margenau: la explicación científica de tales conceptos en modo alguno puede caracterizarse ni como la determinación de sus explicata mediante las respectivas definiciones explícitas expresadas en el lenguaje de la lógica de predicados ni como su eliminación en beneficio de otros conceptos menos problemáticos. La explicación científica de este tipo de conceptos tiene por objetivo el progreso teórico de las *teorías* (empíricas). Vamos a llamar por ello a esta clase de explicación científica de conceptos *explicación teórica*.

En este caso no presuponemos el conocimiento de la 'lógica' de tal explicación teórica y, más aún, ni siquiera resulta preceptivo considerar la lógica usual como el 'organon' privilegiado susceptible de garantizar por sí misma la consecución de determinados logros metacientíficos. Ello no supone pasar a engrosar las filas de quienes, con Feyerabend y Laudan, sugieren que los conceptos medulares de la filosofía de la ciencia como el de reducción escapan a la posibilidad de un tratamiento reconstructivo (explicación) formal en virtud de lo cual a la filosofía sólo le restaría el consuelo de su remisión al opcional discurso wittgensteiniano del 'aire de familia' que diera cuenta de las diversas formulaciones existentes de relaciones de reducción. Pero la situación no es (todavía) tan desesperada.

Creemos que la explicación teórica del concepto de reducción tiene que ver más bien con la gestación de una teoría empírica de las teorías empíricas y de sus interrelaciones como la sugerida, entre otros, por Sneed (Sneed 1976). Y a este respecto cabe recordar la contribución preeminente que en el progreso de las ciencias empíricas ha supuesto su matematización por lo que no resulta descabellado conjeturar que también en esta ciencia empírica de la ciencia la matemática está llamada a desempeñar una función singular. (El planteamiento teórico-modelístico estructural que sustenta a este artículo ha de entenderse como un paso en la dirección apuntada). Ahora bien, la explicación teórica del concepto de reducción no ha alcanzado aún un nivel de desarrollo equiparable al logrado para otros conceptos. Ciertamente no es asimilable al conseguido por la explicación de conceptos como 'posible' y 'necesario' en el marco de la lógica modal y que bien puede servir de

ideal paradigmático para el propio concepto de reducción. De aquí que, aún abogando en favor de una teoría matemática de la explicación, hayamos procurado en lo que sigue el tratamiento más elemental posible del aparato técnico usado en la explicación, todavía inmadura, de la reducción. Ello está además en consonancia con el objetivo del presente trabajo: no se trata de explicar *completamente* (supuesto que ello fuera posible) el concepto de reducción sino mostrar los límites fundamentales que acotan las posibilidades de explicación formal de los conceptos metacientíficos ilustrándolo con el caso ejemplar del concepto de reducción. Más concretamente pretendemos hacer ver que la tentativa tradicional de explicar *aisladamente* un concepto es incorrecta: explicitar el concepto de reducción significa explicitar al mismo tiempo el concepto de teoría empírica y viceversa. Abogamos en este sentido por una teoría holista de la explicación.

Este trabajo está articulado como sigue: en la sección 2 se expone el concepto de explicación teórica aplicándolo a los conceptos de reducción e implicación y comparándolo con el de explicación lógica de Carnap. En las dos secciones siguientes se aborda la relación del concepto de reducción con los conceptos de implicación más relevantes formulados en la lógica tradicional y en la modal. En la sección final se analizan, a partir de una sugerencia original de Neurath, las consecuencias que la complementariedad de los aspectos deductivo y confirmativo de la reducción tiene para la caracterización de una teoría empírica y cómo puede precisarse aquélla en un contexto muy variado de relaciones de reducción.

## 2. EXPLICACION TEORICA VERSUS EXPLICACION LOGICA.

Una de las discusiones metacientíficas más relevantes en la actualidad se articula en torno al concepto de reducción tanto en razón a su centralidad en cuestiones como las relativas al cambio y progreso teóricos como a las inducidas por problemas de índole práctica como son los asociados a la emergencia y taxonomía de las ciencias particulares. Sin embargo, parece obvio que no resulta sencilla la tarea de sugerir un explicatum coherente para un concepto cuya diversidad de funciones y formas de representación abarca un espectro polimorfo en el que con frecuencia la única referencia común es aparentemente imputa-

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

ble exclusivamente a los usos homófonos del término 'reducción'. Su multivocidad así como su virtual ubicuidad motivan ciertamente la sospecha de que tras la etiqueta 'reducción' concurre una pluralidad de explicanda no siempre coherentes entre sí que deben ser analizados separadamente.

Esta sospecha no es por lo demás demasiado novedosa: ya en 1967 concluía Lawrence Sklar su trabajo "Types of Intertheoretic Reduction" resumiendo la situación desde la perplejidad:

"Hemos averiguado que las reducciones son logros científicos singulares de muy diversos tipos. Algunas son homogéneas, otras inhomogéneas. Algunas son 'totales', otras solamente 'parciales'. Algunas son deducciones, otras complicadas identificaciones. Peor aún, algunas proporcionan una confirmación más completa de la teoría reducida mientras que otras sirven para eliminar la teoría reducida como competidora viable para (lograr) el status de verdad científica" (Sklar 1967:124).

Lo que subsiste es un 'continuum' o una 'familia' de conceptos de reducción cuyos perfiles son difícilmente localizables. Los casos reseñados por Sklar (a los que podrían añadirse tantos otros identificables en la copiosa bibliografía sobre la cuestión) muestran tal poliformidad en el concepto que haría baldío todo intento de explicarlo en el registro sugerido por Carnap: es decir, no parece siquiera plausible plantearse la posibilidad de fijar un explicatum coherente para un explicandum protéico como el de 'reducción'. Es la conclusión sugerida por algunos autores como Feyerabend (Feyerabend 1962). En un estilo similar Laudan ha asegurado recientemente que conceptos incompatibles entre sí se hallan adscritos a la denominación unitaria de 'reducción' (Laudan 1984). Ciertamente deberíamos convenir con Laudan en la imposibilidad de singularizar en la amplia casuística existente en la literatura metacientífica las propiedades esenciales que deberían caracterizar a toda reducción considerada, al menos, verdadera o completa. Ello refleja, según Laudan, la imposibilidad de fijar alguna relación interteórica de reducción a la que puedan asociarse *todas* las características consideradas como fundamentales por la comunidad de filósofos de la ciencia. Pero si esto fuera realmente así, las consecuencias derivadas de tal hecho impactarían directamente en el ámbito de problemas genuinamente

metacientíficos como por ejemplo el del progreso científico. En efecto, en la ciencia (y en diversas tendencias metateóricas) se ha considerado tradicionalmente a la reducción como un vehículo de progreso científico por cuanto se evalúa a la teoría reductora como *mejor, más general o más próxima a la verdad* que la teoría reducida. Ahora bien, si no es posible concluir formalmente que la teoría reductora es mejor que la reducida con respecto a *todos* los aspectos considerados como fundamentales sería preciso entonces revisar el concepto mismo de progreso científico.

Sin embargo, consideramos cuanto menos precipitada la aseveración laudaniana de desterrar del vocabulario metacientífico el término 'reducción' en razón a su carácter supuestamente obsoleto. La estrategia seguida para hacer plausible tal aseveración apunta ya implícitamente la renuncia al uso del término como consecuencia de la incorrecta caracterización laudaniana de lo que es y puede alcanzarse por medio de una explicación. La argumentación de Laudan se ajusta de manera ortodoxa al estilo carnapiano: en primer lugar formula de modo informal algunos rasgos que, como la preservación de la verdad y la explicación de anomalías, caracterizan singularmente a una buena relación de reducción y permiten considerar a la teoría reductora como mejor (en un sentido general) que la teoría reducida, para concluir después (en base a un argumento lógico de David Miller contra el concepto popperiano de la preservación de la verdad) la imposibilidad de materializar la consideración anterior porque todo explicatum es necesariamente inconsistente con los rasgos característicos previamente identificados (Laudan 1984:131). La tesis laudaniana de la inexplicitabilidad del concepto de reducción se fundamente, pues, en la idea de Carnap de que todo concepto (y por tanto también el de reducción) es explicitable en el ámbito de la lógica tradicional. Si ello no es posible el concepto sometido a nuestro análisis ha de ser eliminado del lenguaje filosófico.

Consideramos que se trata de un proceder filosófico erróneo, todavía muy extendido y asociado a una actitud de cierto 'subdesarrollo lógico' que desestima la relevancia de los instrumentos matemáticos y lógicos al abogar por la suficiencia del utillaje de la lógica elemental en el análisis de los problemas metacientíficos, epistemológicos o relativos al ámbito de la filosofía del lenguaje. Implícitamente viene a sostenerse que en la investigación filosófica, a diferencia de lo que ocurre

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

en la científica, la utilización de recursos formales apenas puede contribuir a la resolución de las cuestiones fundamentales planteadas. Este enfoque 'subdesarrollista' de la lógica (y, en general, de las ciencias formales, la matemática especialmente) induce dos actitudes complementarias, ambas igualmente estériles y orientadas a eludir el 'esfuerzo del concepto' ('Anstrengung des Begriffs')\*:

- (1) o bien se interpreta que, conforme a la conocida máxima del primer Carnap, a saber, filosofía = filosofía de la ciencia = análisis lógico del lenguaje = sintaxis, aquellos conceptos no explicitables de manera precisa en el ámbito de la lógica elemental carecen de sentido desde el punto de vista filosófico,
- (2) o bien se asevera que es imposible ofrecer una explicitación formal ('explication') de los conceptos científicos y filosóficos (al menos de los conceptos más relevantes, como pueden ser los de explicación científica o reducción).

Comencemos analizando la problemática de la *explicación lógica* eligiendo como banco de prueba de nuestras consideraciones un concepto que resultará de interés para nuestro ulterior análisis del concepto de reducción: el de implicación.

La implicación se explicita en la lógica elemental mediante la denominada implicación material del Russell " $\longrightarrow$ ". Sus características 'paradójicas' son bien conocidas y pueden hallarse en cualquier texto de introducción a la lógica. Por ejemplo, si se reconstruye el enunciado

(2.1) "Si la Península Ibérica es una isla entonces  $2 \times 2 = 5$ "

en la forma  $p \longrightarrow q$ , resulta entonces verdadero porque su antecedente es falso. Esta consecuencia, paradójica para el no lógico, no expresa sino el hecho de que el explicatum " $\longrightarrow$ " corresponde sólo de manera insuficiente al explicandum 'si...entonces'. No cumple, por tanto, la primera de las condiciones estipuladas por Carnap para un explicatum adecuado.

---

\* "Lo que importa, pues, en el estudio de la ciencia es el asumir el esfuerzo del concepto", G.W.F. Hegel, *Fenomenología del espíritu*, México, F.C.E., 1966:39.

En orden a lograr un explicatum mejor para el concepto de implicación C.I. Lewis consideró en su teoría de la implicación estricta una nueva estrategia en la que no pudiera derivarse de la mera falsedad del antecedente la verdad de la implicación. Lewis suponía que una verdadera implicación entre P y Q debe expresar una relación *necesaria* entre P y Q. Obviamente tal relación es inexistente en nuestro disparatado ejemplo que vincula una circunstancia geográfica con una aritmética. Si explicamos entonces 'si... entonces' mediante la implicación estricta de Lewis, (2.1) resulta ser falso, y ello evidentemente corresponde mejor al explicandum. La implicación estricta de Lewis es, por tanto, un explicatum más semejante al explicandum que la implicación material de Russell. Consiguientemente, satisface mejor que su competidora la primera de las condiciones de adecuación propuestas por Carnap.

¿Qué sucede con la segunda de estas condiciones? ¿Es también la implicación estricta de Lewis un concepto más exacto? La utilización por Lewis del concepto de necesidad en su definición de la implicación estricta es una buena razón para exigir una mayor cautela en la respuesta: en todo caso, parece que su explicación adolece de exactitud en tanto en cuanto no se dispone de un explicatum preciso de 'necesario'. Es la objeción formulada desde un principio contra la concepción de Lewis por, entre otros, Weyl en su artículo "Das Gespenst der Modalität" (1940). Según Weyl 'posible' y 'necesario' son conceptos dudosos ('zweilichtige') porque, a diferencia de los conceptos lógicos clásicos, no disponemos de intuiciones claras sobre cuáles son los axiomas que caracterizan su uso:

"En la lógica clásica no hay ninguna duda sobre el significado de cualquier combinación de proposiciones a,b,c, ... realizada mediante las operaciones  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\neg$ ,  $\rightarrow$ , por complicada que pueda ser su estructura. ...

El claroscuro ('Zweilicht') en el que se mueven los modos oblicuos P ('posibilidad') y N ('necesidad') aparece más evidenciado al constatar la vacilación que nos sobreviene cuando se trata de formular los axiomas para el uso de esos conceptos" (Weyl 1940:694).

Weyl sugiere como solución a esta complicada situación observar los 'modelos' relevantes en los que 'posible' y 'necesario' tienen un

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

significacão preciso e inequívoco:

"Así, pues, cuando encontramos el mismo sistema completo de axiomas en varios de estos modelos tenemos entonces buenas razones para creer en la utilidad de una lógica modal universal. En caso contrario, nuestras esperanzas (hallar un explicatum coherente para esos conceptos) son radicalmente vanas" (Weyl 1940:65).

Este pasaje muestra que Weyl, al igual que Carnap, consideraba la explicación lógica de los conceptos 'dudosos' como una sustitución del explicandum por un único explicatum. Sin embargo, el desarrollo ulterior de la lógica modal ha frustrado las esperanzas de Weyl al evidenciarse la inexistencia de *un* sistema axiomático unívoco susceptible de ofrecer una caracterización completa de 'posible' y 'necesario'. Antes bien, nos encontramos con una profusa y ramificada teoría de varios sistemas lógicos modales que explicitan los conceptos 'posible' y 'necesario' de diversas formas. Consiguientemente, tampoco cabe pensar en un único 'modelo' asociado a la implicación estricta de Lewis o, en general, a los conceptos de implicación propuestos más recientemente en la lógica modal moderna.

El concepto de reducción es también un concepto dudoso en el sentido aludido, vale decir, que existe tanto en las ciencias particulares como en la filosofía de la ciencia una multiplicidad de representaciones cuyas vinculadas a la diversa fijación de sus características principales. Pues bien, tal situación no sólo no refleja un caso degenerado de explicación que ilustraría genuinamente el comportamiento metacientífico sino que puede decirse que la explicación pluralista identifica la situación más normal y típica de la ciencia moderna. De manera lapidaria podría concluirse entonces que:

*el explicatum de un concepto intuitivo no es otro concepto definido explícitamente sino una teoría explicativa).*

Una explicación adecuada de un concepto debería satisfacer análogas condiciones a las expresadas por Carnap, esto es:

- (1) la teoría debe ser aplicable a un número suficiente de casos del explicandum;

- (2) la teoría debe ser exacta;
- (3) la teoría debe ser fecunda; y
- (4) la teoría debe ser simple.

Se sustituye así el reemplazamiento directo e inequívoco del explicandum por el explicatum, tal como fue sugerido por Carnap, por una relación plural e indirecta entre la teoría explicativa y sus aplicaciones.

### 3. REDUCCION E IMPLICACION MATERIAL.

En la sección anterior se han presentado algunos aspectos históricos de la explicación del concepto de implicación no tanto porque caracterizan idiosincráticamente la explicitación de los conceptos científicos (y metacientíficos) cuanto por el hecho de que la explicación de tal concepto muestra semejanzas *materiales* con la explicación del concepto de reducción. De hecho la implicación material aparece como modelo de explicación del concepto de reducción en el empirismo lógico clásico. Limitémonos, por ejemplo, a la influyente versión de Nagel en *The Structure of Science*. Nagel caracteriza una relación de reducción entre teoría reductora  $T'$  y una teoría reducida  $T$  estipulando los dos requisitos siguientes:  $T$  es reducible a  $T'$  si y sólo si (a) puede fijarse un lenguaje común para  $T$  y  $T'$  ('condición de conectabilidad') y (b) los teoremas de  $T$  pueden deducirse de los teoremas de  $T'$  ('condición de deductibilidad') (Nagel 1961:325). Nagel presenta entre otros ejemplos ilustrativos de teorías vinculadas por una tal reducción concebida deductivamente los pares mecánica relativista-mecánica newtoniana, mecánica estadística--termodinámica fenomenológica, o mecánica newtoniana-mecánica galileana. Obviamente la condición (b) de deducibilidad presupone la condición (a) pues la deducción no es realizable, al menos en el sentido lógico usual, sin un lenguaje común.

En lo que sigue vamos a remitirnos exclusivamente a la consideración del aspecto (b) suponiendo, por tanto, que tanto la teoría reductora  $T'$  como la teoría reducida  $T$  se hallan formuladas en un lenguaje común o en un lenguaje al que, cuanto menos, puedan ser traducidas. Se trata, claro está, de una fuerte restricción que obvia problemas metacientíficos medulares como son los de la inconmensurabilidad semántica, el cambio de significado, etc. Aún así consideramos legítima esta limitación pues, como ha mostrado recientemente Pearce, podemos partir del supuesto

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

que es posible superar en un enfoque semántico las dificultades inducidas por tales problemas (Pearce 1987).

Desde al menos dos décadas la condición de deducibilidad se halla afectada por un arsenal cuantitativamente creciente de críticas. Así, algunos autores como Feyerabend o Glymour han indicado que los ejemplos sugeridos por Nagel para ilustrar la reducción, como el par 'mecánica relativista-mecánica newtoniana', no son propiamente reducciones pues un examen más exhaustivo de ellos mostraría la inconsistencia de las teorías correlacionadas  $T'$  y  $T$ , haciendo por ello implausible su tratamiento en el registro nageliano de la relación de deducción lógica. Vale la pena analizar más profundamente esta objeción porque remite al principal handicap del concepto de reducción de Nagel, a saber, el hecho de que la concepción nageliana de la explicación deductiva *no* encuentra apoyo en un enfoque falibilista o falsacionista de la ciencia.

Supóngase, en efecto, que  $T'$  y  $T$  son inconsistentes. Resulta entonces que  $T' \wedge T$  es falsa, luego  $T'$  o  $T$  o ambas han de ser falsas. Supóngase primeramente -de manera ingenua y contrafáctica- que el progreso de la ciencia conduce a teorías verdaderas y que, en un acceso de optimismo extremo, la teoría  $T'$  es de hecho verdadera. Ahora bien, como se ha supuesto que  $T' \wedge T$  es falsa, podemos concluir la falsedad de  $T$ . Esto implica que  $T' \longrightarrow T$  es falsa. Brevemente expresado: una teoría falsa  $T$  no es reducible a una teoría verdadera  $T'$ . Queda sin embargo una alternativa estratégica por analizar. Es posible conjeturar ahora que incluso las mejores teorías, aquéllas a las que se pretende reducir las demás, son *falsas*. Tal consideración conduce a la trivialización del enfoque deductivista de la reducción de Nagel porque si la teoría  $T'$  es falsa la implicación material  $T' \longrightarrow T$  es siempre verdadera (obviamente se trata de un caso 'ex falso quodlibet'). Es una conclusión disparatada. Tan absurda como el aserto de que un enunciado condicional "si  $P$  entonces  $Q$ " es automáticamente verdadero cuando el antecedente es falso. En el análisis de los conceptos de implicación y reducción subyace, por tanto, una dificultad similar: en ambos casos

$P \longrightarrow Q$  (implicación)                      y                       $T' \longrightarrow T$  (reducción)

necesitamos un marco lógico en el que no se concluya la verdad de

$P \rightarrow Q$  o  $T' \rightarrow T$  a partir de la mera falsedad de  $P$  y  $T'$  respectivamente. Este hecho no es subsumible en una lógica, como la tradicional, en la que la implicación y la reducción se interpretan como implicaciones materiales en el sentido concebido por Russell.

#### 4. REDUCCION E IMPLICACION MODAL.

Una estrategia posible para eludir la trivialización 'ex falso quodlibet' del concepto de reducción sin abandonar por ello la conjetura de que incluso nuestras mejores teorías son falsas se proyecta en la prosecución de la analogía establecida entre la reducción y la implicación interpretando la reducción como una implicación modal (es decir, como una relación contrafáctica):

$T$  es reducible a  $T'$  := Si  $T'$  fuera válida,  $T$  sería también válida.

En la nueva interpretación el avance con respecto a la concepción anterior está ligado al hecho de que, por un lado, la falsedad del antecedente no implica ya automáticamente la verdad del condicional y de que, por otro, tampoco puede concluirse de la falsedad del consecuente la falsedad del antecedente.

Dos ejemplos sencillos ilustran a continuación lo expresado:

- (1) Si la Península Ibérica fuera una isla, no habría ninguna posibilidad de viajar por vía terrestre de Burdeos a Bilbao.
- (2) Si la Península Ibérica fuera una isla,  $2 \times 2 = 5$ .

Si bien se considerará (1) como verdadero, (2) es palmariamente falso: la geografía, al menos la concebida al modo habitual, no influye en los hechos aritméticos.

Los ejemplos (1) y (2) muestran ciertamente que las relaciones de reducción quedan mejor explicitadas mediante implicaciones modales que imputándolas a implicaciones materiales. No está aún claro, sin embargo, que el explicatum 'implicación modal' constituya un explicatum *exacto* para el explicandum 'relación de reducción' por cuanto no se dispone todavía de una teoría exacta de las condiciones de verdad para los enunciados contrafácticos. Pero en la actualidad podemos servirnos de un marco teórico complementario, al que no pudo recurrir C.I. Lewis: entendemos que es posible precisar de manera adecuada las condiciones

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

de verdad de entidades tan 'dudosas' como los enunciados modales, los contrafácticos y previsiblemente también las relaciones de reducción en el marco teórico asociado a la semántica de mundos posibles.

Analicemos tan sólo el caso más sencillo. Sea  $U$  un dominio de situaciones, estructuras, modelos o, justamente, mundos posibles que, en lo que sigue, se considerarán como dados y supóngase que los elementos  $u$  de  $U$  se encuentran estructuralmente descritos de manera suficientemente precisa, es decir, que tanto los objetos contenidos en ellos como las relaciones que los vinculan entre sí se hallan satisfactoriamente determinados. No es relevante atender aquí a las particularidades específicas de tales descripciones estructurales.

Sea ahora  $P$  una proposición formulada en algún lenguaje adecuado para  $U$  que expresa un enunciado sobre un estado de cosas en relación al cual tiene sentido preguntarse si ése es el caso (o no) en un mundo  $u \in U$ . El recurso a  $P$  permite *distribuir* los elementos de  $U$  en dos clases disjuntas:

- (1)  $u$  es un mundo- $P$  si y sólo si  $P$  ocurre (es válido) en  $u$ .
- (2)  $u$  es un mundo-no- $P$  si y sólo si  $P$  no ocurre (no es válido) en  $u$ .

Si se prescinde del interés por la estructura sintáctica de  $P$ , puede identificarse  $P$  simplemente con la partición explicitada de  $U$  en mundos- $P$  y mundos-no- $P$ . Y si, como es el caso, se considera a  $U$  como dado puede identificarse entonces la proposición  $P$  exclusivamente con el conjunto de los mundos- $P$ .

Las consideraciones preliminares permiten formular una sencilla definición relativa a las condiciones de verdad de los contrafácticos del tipo 'si  $P$  fuera válido,  $Q$  sería válido' (" $P \rightarrow Q$ "):

### (4.1) Definición.

$P \rightarrow Q$  es verdadero si y sólo si todos los mundos- $P$  son mundos- $Q$ .

Es fácil observar que (4.1) es justamente la versión más sencilla de la implicación estricta de Lewis:

(4.2) Lema.

$P \dashv\rightarrow Q$  es verdadero si y sólo si  $\Box(P \rightarrow Q)$ , es decir,  
 $P \rightarrow Q$  es *necesariamente* verdadero.

Esta explicación modal del concepto de implicación puede transferirse fácilmente al concepto de reducción si se adopta -tal como se ha sugerido por ejemplo en Sneed 1971; Stegmüller 1979, 1986 y van Fraassen 1980, 1987- un enfoque semántico en la reconstrucción de las teorías, en virtud del cual se caracteriza una teoría  $T$  mediante el conjunto  $M_T$  de sus modelos, es decir, mediante el conjunto de los mundos posibles en los que se cumple  $T$ . Se obtiene así, en analogía con (4.1), un primer explicatum, aún poco preciso, del concepto de reducción:

(4.3) Definición.

Una teoría  $T$  es reducible a una teoría  $T'$  si y sólo si los modelos de  $T'$  son modelos de  $T$ , es decir, si y sólo si se cumple:

$$M_{T'} \subseteq M_T$$

(4.3) es el prototipo de todos los explicata estructuralistas del concepto de reducción (cfr. Mayr 1976; Mormann 1988; Moulines 1984; Pearce 1982; Sneed 1976; Stegmüller 1979) si bien es una característica que a veces casi llega a quedar ocultada por un aparato técnico más refinado mediante el cual la inclusión  $M_{T'} \subseteq M_T$  se sustituye, por ejemplo, por una función más general (preservadora de la estructura),  $\rho: M_{T'} \rightarrow M_T$ , o por un sistema de tales funciones (Mormann 1988). No es éste el lugar para abordar los detalles técnicos de este desarrollo pero, en todo caso, se concluye de él un hecho particularmente significativo al que sí es pertinente aludir (cfr. Rott 1987; Mormann 1988): es evidente que en el concepto de reducción coexisten al menos dos aspectos esenciales, deductivo y confirmativo, que en cierto sentido son complementarios. La siguiente definición los recoge:

(4.4) Definición.

- (a)  $T$  es deductivamente reducible a  $T'$  -RED<sub>d</sub>( $T', T$ )- si y sólo si todas las leyes de  $T$  pueden ser deducidas a partir de las

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

leyes de  $T'$ .

- (b)  $T$  es confirmativamente reducible a  $T'$   $-RED_c(T',T)-$  si y sólo si  $T'$  puede explicar todos los hechos para los que también  $T$  puede hacerlo.

Ambos aspectos del concepto de reducción son complementarios en el sentido de que no puede ofrecerse ninguna función  $\rho: M_{T'} \rightarrow M_T$  susceptible de reducir  $T$  a  $T'$  para la que se cumpla  $RED_d(T',T)$  y  $RED_c(T',T)$ .

Como ya se ha indicado, este hecho sugiere a Laudan la consideración del carácter obsoleto del concepto de reducción. Hemos señalado también que nos parece una conclusión precipitada. En la próxima sección se perfilará en el marco de una reconstrucción semántica de las teorías empíricas y sobre una idea original debida a Neurath una estrategia plausible de explicación del concepto de reducción completa, esto es, que satisfaga (4.4) (a) y (4.4) (b).

### 5. ENCICLOPEDIAS VERSUS SISTEMAS.

En este punto del análisis de la explicación del concepto de reducción hemos de remitirnos a un problema de carácter más básico que interesa plenamente a la teoría de las reconstrucciones formales de las teorías empíricas y que, si bien hace ya medio siglo que Neurath reclamó la atención sobre él (Neurath 1935), ha sido ignorado por la mayor parte de los filósofos orientados en una perspectiva formal de la actividad metacientífica. Se trata de la elucidación de si en la reconstrucción formal de una teoría empírica  $T$  es realmente suficiente con identificar *un* sistema formal concreto o si, por el contrario, la determinación de una *única* reconstrucción formal no conduce a recortes y deformaciones inaceptables. Neurath sostiene esta última opinión cuando argumenta, contra Popper y su 'pseudorracionalismo' falsacionista, que las ciencias empíricas realmente existentes no pueden ser reconstruidas como 'sistemas de enunciados precisos' ("Systeme von sauberen Sätzen") (Neurath 1935:355). A su juicio tales modelos sistémicos de teorías empíricas son residuos destilados por un racionalismo filosófico absolutista que pretende constreñir las ciencias efectivas a su camisa de fuerza lógica. En lugar del modelo de teoría de ascenden-

cia popperiana (e incluso también carnapiana) excesivamente sistémico Neurath propone alternativamente un modelo 'enciclopédico' realista de las teorías:

"Partimos de una gran cantidad de enunciados que sólo en parte están relacionados sistemáticamente, que los observamos además sólo parcialmente. ... Los enunciados están vinculados entre sí unas veces más estrechamente otras más débilmente. El nudo total no es perceptible en tanto se intenten deducciones sistemáticas en determinados lugares. ... Si puede decirse que Popper parte de *sistemas de modelos*, podría decirse que nosotros, por el contrario, partimos de *enciclopedias de modelos*" (Neurath 1935: 354).

Son reflexiones que en lo sucesivo encontrarán una exigua receptividad en el cauce principal de la filosofía del empirismo lógico y que sólo se retomarán y continuarán a partir de los trabajos de autores como Feyerabend, Kuhn o Lakatos. (Incidentalmente: resulta cuanto menos intempestivo que Spinner haya elogiado como la aportación más novedosa de la actual filosofía falsacionista de la ciencia de ascendencia popperiana su concepción del 'pluralismo como modelo del conocimiento' (cfr. Spinner 1974)).

Si bien el modelo enciclopedista de Neurath se halla orientado en el 'statemente view' su transferencia a un enfoque teórico modelístico no ofrece mayores dificultades: en lugar de proceder a la reconstrucción formal de una teoría T por medio de una matriz única, opera mediante todo un conglomerado matricial en el que cada una de sus matrices singulares se interpreta como la reconstrucción formal de cada *versión* o *variante* de T. Estas reconstrucciones individuales pueden considerarse como aquellos ámbitos de la enciclopedia de la teoría en el sentido de Neurath que disponen de una estructura elaborada lógicamente. El modelo de conglomeración habría de dar cuenta de la '*ambigüedad* de las ciencias positivas' (Neurath 1935:353) estigmatizando el equivocado ideal de organización de la ciencia en el registro de un *sistema* consistente.

Este modelo enciclopedista de las teorías es sin duda más flexible y refleja una situación más próxima a la realidad de las ciencias empíricas que el modelo de Popper para quien es plausible asimilar la quinta-

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

esencia de la formación de las teorías científicas al modus tollens de la lógica de enunciados. Algunos enfoques recientes muestran cierta semejanza con la opción pluralista de Neurath. Así, Pearce ha introducido a partir de la concepción laudanaiana de la tradición de investigación el concepto de agrupación teórica ('theory ensemble') que puede aglutinar incluso teorías inconsistentes entre sí (Pearce 1987:133). Pearce, sin embargo, se limita en el transcurso de su libro a analizar agrupaciones consistentes. De manera similar podrían interpretarse quizás los conceptos de red teórica o de 'holon' utilizados en (Balzer/Moulines/Sneed 1987) como una versión estructuralista del modelo neurathiano de enciclopedias. Sin embargo, los estructuralistas enfatizan de manera más acentuada que Neurath el funcionamiento intrateórico especializado: según ellos el análisis de dominios distintos corresponde a partes diferentes de la red. Queda así encubierto el aspecto competitivo entre las diversas versiones de la teoría. Parece, pues, justificado reseñar que no han sido demasiado numerosas hasta el momento las contribuciones que han abogado en la metaciencia formal de las ciencias empíricas por una reconstrucción *pluralista* de las teorías que tome en consideración su *ambigüedad*.

En este sentido puede resultar pertinente fijar la vista en la reconstrucción *teórico-categorica* de las teorías matemáticas. La reconstrucción de una teoría matemática clásica como la topología *no* se realiza singularizando una única categoría como 'la categoría' de la topología sino que se reconstruyen determinados fragmentos de la topología en el marco de *una* categoría, por ejemplo, en la categoría de espacios métricos, en la categoría de espacios compactos, en la categoría de espacios de Hausdorff, etc. Estas categorías se solapan parcialmente, es decir, existen espacios topológicos que son objetos de algunas de esas categorías al mismo tiempo y es aconsejable por tanto analizarlos en el contexto de una pluralidad de categorías. De este modo puede acometerse el análisis más ajustado a la realidad de la multiplicidad de facetas de una entidad matemática (cfr. McLane 1971; Herrlich 1976).

No vemos razones convincentes que induzcan a pensar que las cosas hayan de ser de otra manera en el caso de la reconstrucción de las teorías empíricas. Volvamos entonces a nuestro problema inicial, la explicación del concepto de relación de reducción completa, es decir,

deductiva y confirmadora, entre las teorías  $T'$  y  $T$ . Si, con Neurath, se acepta un modelo enciclopédico o de conglomeración de las teorías empíricas, se evidencian entonces de manera natural *múltiples* relaciones de reducción vinculadas a las respectivas versiones concretas de  $T'$  y  $T$  adoptadas en la construcción de las correspondientes funciones de reducción:

(5.1) Definición.

Sean  $T$  y  $T'$  teorías empíricas.  $T$  es reducible (completamente) a  $T'$  -RED( $T'$ ,  $T$ )- si y sólo si se cumplen las dos condiciones siguientes:

- (a) existen versiones de  $T'_d$  de  $T'$  y  $T_d$  de  $T$  tales que  

$$\text{RED}_d(T'_d, T_d).$$
- (b) existen versiones de  $T'_c$  de  $T'$  y  $T_c$  de  $T$  tales que  

$$\text{RED}_c(T'_c, T_c).$$

A la concepción enciclopédica de las teorías diseñada en esta sección se asocia, claro está, una diversidad de problemas que no pueden ser tratados aquí. Una cuestión singularmente relevante alude al modo como distintas versiones conviven bajo la cobertura común de *una única teoría*. Pues bien, parece plausible sostener que la construcción de las versiones de las teorías está vinculada de manera muy estrecha a una dimensión metateórica de las ciencias en la que se involucran tanto las ciencias mismas como la teoría de la ciencia. Este conocimiento metateórico o reflexivo incorpora, entre otros, un repertorio de metodologías matemáticas y ontológicas como las ligadas a las nociones de aproximación y correspondencia con cuya contribución las ciencias se aseguran una continuidad al menos parcialmente histórica y objetiva. Así, por ejemplo, un esquema general de indudable relevancia para concebir una teoría predecesora  $T$  como caso límite de una teoría sucesora  $T'$  y, por tanto, poderla reducir (aproximativamente) a la última es el denominado principio de correspondencia (Krajewski 1977). Pero, a su vez, este principio en modo alguno ha de entenderse como una relación lógica que podría explicitarse extramuros e independientemente de las ciencias sino que ha de concebirse más bien como objeto propio de la reflexión científica y metacientífica.

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

### BIBLIOGRAFIA

- Balzer, W., Moulines, C.U., Sneed, J.D. (1987), *An Architectonic for Science*, Dordrecht, Reidel, 1987.
- Balzer, W., Pearce, D.A., Schmidt, H.-J. (eds.) (1984), *Reduction in Science*, Dordrecht, Reidel, 1984.
- Carnap, R. (1934), *Logische Syntax der Sprache*, Viena, Springer, 1934.
- Carnap, R. (1950), *Logical Foundations of Probability*, Chicago, University of Chicago Press, 1950.
- Carnap, R., Stegmüller, W. (1959), *Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit* Viena, Springer, 1959.
- Feyerabend, P.K. (1962), "Explanation, Reduction, and Empiricism", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 3, (1962): 28-97.
- Hempel, C.G. (1969), "Reduction: Ontological and Linguistic Facets", in Morgenbesser, S. et al. (eds.), *Essays in Honor of E. Nagel: Philosophy, Science and Method*, N. York, St. Martin's, 1969: 179-199.
- Hempel, C.G., Oppenheim, P. (1949), "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science* 15 (1949):135-175.
- Herrlich, H. (1976), "Some Topological Theorems Which Fail To Be True", in LNM, vol. 540, Berlin, Springer, 1976:265-285.
- Hoering, W. (1984), "Anomalies of Reduction", in Balzer/Pearce/Schmidt (eds.) (1984): 33-50.
- Hooker, C.A. (1981), "Towards a General Theory of Reduction I, II, III", *Dialogue* 20 (1981): 38-59, 201-236, 496-529.
- Kamlah, A. (1980), "Wie arbeitet die analytische Wissenschaftstheorie?", *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 11 (1980): 23-44.
- Kamlah, A. (1985), "On Reduction of Theories", *Erkenntnis* 22 (1985):119-142.
- Koppelberg, D. (1987), *Die Aufhebung der analytischen Philosophie*, Frankfurt, Suhrkamp, 1987.
- Krajewski, W. (1977), *Correspondence Principle and Growth of Science*, Dordrecht, Reidel, 1977.

- Laudan, L. (1984), *Science and Values*, Berkeley, etc., University of California Press, 1984. ...
- Lewis, C.I. (1944), "The Modes of Meaning", *Philosophy and Phenomenological Research* 4 (1944):236-249.
- Lewis, D. (1973), *Counterfactuals*, Oxford, Blackwell, 1973.
- McLane, S. (1971), *Categories for the Working Mathematician*, Berlin, etc., Springer, 1972.
- Margenau, H. (1935), "Methodology of Modern Physics", in *Physics and Philosophy: Selected Essays*, Dordrecht, Reidel, 1978:52-89.
- Mayr, D. (1976), "Investigations of the Concept of Reduction I", *Erkenntnis* 10 (1976): 275-294.
- Mormann, T. (1988), "Structural Reduction Concepts as Structure Preserving Maps", *Synthese* 77 (1988): 215-250.
- Moulines, C.U. (1984), "Ontological Reduction in the Natural Science", in Balzer/Pearce/Schmidt (eds.) (1984):51-70.
- Nagel, E. (1961), *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1978 3ª ed., versión española de N. Míguez.
- Nersessian, N.J. (ed.) (1987), *The Process of Science*, Dordrecht, M. Nijhoff, 1987.
- Neurath, O. (1935), "Pseudorationalismus der Falsifikation", *Erkenntnis* 5 (1935):353-365.
- Pearce, D. (1982), "Logical Properties of the Structuralist Concept of Reduction", *Erkenntnis* 18 (1982):307-333.
- Pearce, D. (1985), *Translation, Reduction and Equivalence*, Frankfurt, etc., Peter Lang, 1985.
- Pearce, D. (1987), *Roads to Commensurability*, Dordrecht, Reidel 1987.
- Quine, W.v.O. (1960), *Word and Object*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1960.
- Rott, H. (1987), "Reduction: Some Criteria and Criticisms of the Structuralist Concept", *Erkenntnis* 27 (1987):231-236.
- Scheibe, E. (1984), "Explanation of Theories and the Problem of Progress

## LA EXPLICACION DEL CONCEPTO DE REDUCCION

- in Physics", in Balzer/Pearce/Schmidt (eds.) (1984):71-94.
- Sklar, L. (1967), "Types of Inter-theoretic Reduction", *British Journal for Phil. of Science* 18 (1967):190-224.
- Sneed, J.D. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1979 2<sup>a</sup> ed.
- Sneed, J.D. (1976), "Philosophical Problems in the Empirical Science of Science: A Formal Approach", *Erkenntnis* 10 (1976):115-146.
- Spinner, H. (1974), *Pluralismus als Erkenntnismodell*, Frankfurt, Suhrkamp 1974.
- Stegmüller, W. (1973), *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983.
- Stegmüller, W. (1979), *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid, Alianza, 1981.
- Stegmüller, W. (1986), *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie*, II/3 (*Die Entwicklung des neuen Strukturalismus seit 1973*), Berlin etc., Springer, 1986.
- van Fraassen, B.C. (1980), *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Press, 1980.
- van Fraassen, B.C. (1987), "The Semantic Approach to Scientific Theories", in Nersessian (ed.) (1987):105-124.
- Weyl, H. (1940), "Das Gespenst der Modalität", in *Gesammelte Schriften*, vol. 6, Berlin, Springer, 1969.

Depto. de Lógica y Filosofía de la Ciencia  
Universidad del País Vasco/E.H.U.  
San Sebastián

Institut für Philosophie  
Freie Universität Berlin