

Reducción y emergencia

Paul Hoyningen-Huene¹

Recibido: 27 de abril de 2018

Aceptado en versión definitiva: 20 de mayo de 2019

1. Introducción

Por reducción se entiende reconducir un área determinada del conocimiento a otra área específica del conocimiento. El área del conocimiento a la que se reduce es normalmente más elemental, y por lo tanto más simple, que el área que es reducida. La pregunta por la reducción suele ser formulada con respecto a las teorías o disciplinas científicas especializadas. De esta manera, el problema de si los seres vivos son en última instancia máquinas, que fue muy discutido durante la modernidad, también puede formularse con respecto a las disciplinas, esto es, en términos de si la biología es reducible a la física y a la química.

El concepto de emergencia se volvió importante en la década de 1920 en conexión con una problemática particular de la reducibilidad de la teoría de la evolución. El mecanicismo sostenía la reducibilidad completa de los fenómenos biológicos a la física, mientras que el vitalismo suponía fuerzas vitales específicas para los organismos vivientes, fuerzas que no estaban presentes en la naturaleza inanimada. Ahora bien, el mecanicismo no tuvo éxito en tanto no estaba claro cómo podía dar precisa cuenta de los fenómenos de la vida. El vitalismo tampoco tuvo éxito porque sus defensores no lograban esgrimir evidencia empírica convincente acerca de la diferencia postulada de la materia orgánica. En esta situación se buscó una posición que estuviera ubicada entre estos dos polos, una que mantenga el materialismo científicamente irrefutable pero que permitiría dar cuenta desde la posibilidad del desarrollo de la vida hasta la conciencia y la mente. Precisamente esto es lo que debía lograr el concepto de emergencia. También debía indicar el potencial de la materia para generar propiedades radicalmente novedosas a través de nuevas combinaciones que no pudieran ser predichas desde el conocimiento de las combinaciones anteriores. Este mismo problema ocurrió en la década de 1970 en filosofía de la mente: por un lado, la materialidad del cerebro parecía inevitable, pero, por otro lado, los fenómenos de la conciencia producidos por el cerebro parecían ser inmateriales. Nuevamente el concepto de emergencia debía resolver la tensión.

¹ Leibniz Universität Hannover, Institute of Philosophy, Professor emeritus, Universität Zürich, Department of Economics, Lecturer.

Originalmente publicado como Hoyningen-Huene, Paul (2007). "Reduktion und Emergenz" en Bartels, Andreas; Manfred, Stöckler (eds), *Wissenschaftstheorie: ein Studienbuch*, Paderborn: mentis 2007, pp. 177-197. Traducido por Andrés A. Ilcic (ailcic@ffyh.unc.edu.ar).

✉ hoyningen@ww.uni-hannover.de

Hoyningen-Huene, Paul (2019). Reducción y emergencia. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 3(2), 112-132. ISSN: 2525-1198

(<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/index>)



En las secciones que siguen discutiré primero las múltiples variedades de conceptos de reducción y de emergencia en las ciencias empíricas. Luego analizaré también los argumentos que son relevantes para los enunciados específicos de reducción o de emergencia.

2. Reducción

2.1 La idea de reducción

El concepto de reducción se utiliza, según el sentido en el que se lo entiende aquí, cuando se tienen dos áreas del conocimiento, teorías o disciplinas que aparentan ser diferentes y de las cuales una puede ser reducida o reconducida a la otra (del latín *reducere*: “reconducir”, “llevar de vuelta”). Ahora bien, no está claro qué significa este “reconducir” ya que es metafórico. Reconducir un burro al establo es más bien claro, mientras que, por ejemplo, reconducir la biología a la física y a la química no lo es. En la literatura se puede encontrar que el concepto de reducción es utilizado con diferentes acepciones. Para la discusión que sigue designaré como “A” al área *hacia* la que se reduce y como “B” el área *que es* reducida. Llamaré *reduccionismo* a una posición que mantenga la reducción de B a A. A la posición que considera imposible la reducción de B a A la llamo *antireduccionismo*. Los defensores de estas posiciones son *reduccionistas* y *antireduccionistas*, respectivamente. Utilizo todos estos términos como neutrales (en la literatura “reduccionista” y “reduccionismo” a veces llegan a tener el valor de insultos).

La pregunta es, entonces, qué significa que B sea reducida a A. En 2.2 distinguiré entre dos géneros de reducción fundamentalmente diferentes. En 2.3 distinguiré entre distintas clases de reducción, en especial de uno de los géneros. Allí trataré sobre los distintos contenidos que pueden tener los enunciados de reducción. En cambio, las distinciones de 2.4 aportan distintas cualificaciones del tema que pueden hacer referencia a contenidos particulares de los enunciados de reducción. Finalmente, en la sección 2.5 me ocuparé de los argumentos que son relevantes para la defensa de distintos reduccionismos y antireduccionismos.

2.2 Géneros fundamentales de reducción: reducciones sucesivas vs. internivel

La distinción entre reducciones sucesivas e internivel fue introducida en la filosofía de la ciencia a comienzos de los años 1970 (Cfr. Nickles, 1973). El primer caso trata de las reducciones que típicamente conciernen a la relación entre teorías *históricamente consecutivas*, que básicamente tienen el mismo universo de objetos, es decir, que se ocupan en esencia del mismo conjunto de entidades o fenómenos. Correspondientemente se las denomina reducciones *sucesivas* o *diacrónicas*. Ejemplos típicos son la reducción de la teoría de la relatividad especial a la mecánica clásica en el límite $v \rightarrow 0$, la reducción de la mecánica cuántica a la mecánica clásica en el límite de elevados números cuánticos o la reducción de la óptica física a la óptica geométrica en el

límite de grandes amplitudes de onda.² El concepto de reducción abarca en este caso tanto el significado de “reconducir” como el de “disminuir” en el sentido de una disminución y una simplificación. Por ejemplo, en la transición de la teoría de la relatividad a la mecánica clásica, el contenido de la primera disminuye masivamente ya que en la transición se pierden sus características particulares y novedosas. Claro que esto es intencional en tanto lo que se busca es determinar si las expresiones cuantitativas de la teoría de la relatividad especial efectivamente se acercan a las de la mecánica clásica para las velocidades que tienden a cero.

Las reducciones sucesivas pertenecen más al ámbito de trabajo de la física teórica, especialmente al de la física matemática, que al de la filosofía de la ciencia. Esto se debe a que la pregunta por si los enunciados cuantitativos de una teoría posterior, normalmente más compleja que la anterior, se transforman cuantitativamente al pasar la frontera hacia la teoría anterior, es una pregunta fundamentalmente matemática, de profundo interés para los científicos mismos. Los pasos fronterizos relevantes son, en parte, matemáticamente muy delicados y su tratamiento matemático riguroso corresponde a áreas especiales de la física matemática (Cfr., por ejemplo, Scheibe 1996; Scheibe, 1999; Primas, 1998). La mayoría de los físicos, incluidos los teóricos, suelen quedar satisfechos con consideraciones no muy rigurosas que, si bien hacen posible a la relación de límite, no la demuestran realmente.

En el segundo caso se trata de reducciones que conciernen a la relación entre *distintos ámbitos de objetos* y son las que más le interesan a la filosofía de la ciencia. Se la conoce como reducción *interárea*, *internivel* o *sincrónica*. Ejemplos típicos son los intentos de reducir la biología a la química y a la física, la química a la física, la óptica al electromagnetismo, la sociología a la psicología o lo mental a lo físico. La idea fundamental es que los elementos o los fenómenos de un campo B más complejo pueden ser producidos por los elementos o fenómenos del campo A relativamente más simple, de tal manera que B depende de A. Esta dependencia es la base para la pretendida reconducción de B hacia A y se la identifica con el concepto de *superveniencia*. Con este concepto se hace referencia a que solo puede haber una diferencia entre fenómenos B a causa de diferencias entre fenómenos A, esto es, que los fenómenos de B no tienen ninguna posibilidad propia de cambio independiente de A.³

¿Cómo es que surge la dependencia de los fenómenos B de los fenómenos A? En la mayoría de los casos, los objetos de B están formados por objetos de A. Los elementos de A y B están en una relación de partes y todo. Se suele hablar de *microreducción* (Cfr.

² Lamentablemente el lenguaje concerniente a la dirección de la reducción no está unificado. Los físicos tienden a decir que, en un cierto límite, la teoría más compleja se reduce a la menos compleja en el sentido de encogerse o achicarse. Así, la teoría de la relatividad *se reduce* a la mecánica clásica. Los filósofos de las ciencias tienden a pensar en términos de una relación de deducción y cambian la dirección de la reducción. Para ellos la mecánica clásica *puede ser reducida* a la teoría de la relatividad en el sentido de que la mecánica clásica puede ser derivada de la teoría de la relatividad.

³ El concepto de superveniencia por lo tanto contiene dos elementos conceptualmente heterogéneos: uno es el de *covariación*, en tanto un cambio en B siempre está acompañado por un cambio en A (aunque no necesariamente en la otra dirección) y, por el otro, el de *determinación*, ya que los fenómenos de B están fijados por los fenómenos de A. Hay una extensa discusión acerca de las explicaciones formales de la superveniencia. En dichas explicaciones normalmente no se considera el elemento de la determinación sino que se explicita solamente el concepto de covariación (Cfr., por ejemplo, Hoyningen-Huene, 1996).

especialmente Hüttemann, 2004). En este caso pueden ocurrir múltiples niveles (de complejidad) jerárquicamente organizados como, por ejemplo, la secuencia de partículas elementales - átomos - moléculas - células - organismos multicelulares - poblaciones (por ejemplo, Oppenheim & Putnam, 1958). Claro que una diferencia entre, por ejemplo, moléculas solo puede darse en tanto haya una diferencia en su composición por parte de átomos diferentes o iguales. Las moléculas son, por lo tanto, supervenientes a los átomos. Sin embargo, la relación de determinación puede fundamentarse de otras maneras además de la relación parte-todo. Así, en la filosofía de la mente se discuten distintas posibilidades de reducción entre los reinos de lo físico y de lo mental que atribuyen la producción y la determinación de lo mental a lo físico sin necesidad de que se trate de una relación parte-todo.

La distinción (analítica) llevada a cabo aquí entre reducción sucesiva e internivel no debe dar la impresión de que las dos clases de reducción están estrictamente separadas en la realidad. De hecho, hay casos en los que las dos clases se encuentran entrelazadas y en los que, al menos a primera vista, la distinción lleva a que aparezcan contradicciones. Por ejemplo, el intento de llevar a cabo una reducción internivel de B a A puede indicar que la teoría de A debe ser desarrollada todavía más o que la teoría de B aceptada hasta el momento necesita correcciones. En este caso puede existir una influencia mutua del desarrollo de la teoría que reduce y de la reducida. Un claro ejemplo es el desarrollo de influencia recíproca entre la termodinámica y la mecánica estadística (Cfr., por ejemplo, Hooker, 1981, pp. 48-49).

2.3 Clases de reducción internivel

a) Reducción ontológica

La reducción ontológica atañe a la pregunta por si la sustancialidad de los fenómenos B los distingue de los fenómenos A. Por ejemplo, la posición del reduccionismo ontológico de la biología a la física y a la química sostiene que los fenómenos biológicos son producto de los fenómenos físicos y químicos (ésta es la posición que toma la gran mayoría de los biólogos hoy en día). Una posición contraria, por ejemplo, es el antireduccionismo ontológico de la lógica a la psicología, que sostiene que las propiedades y las relaciones lógicas son producto de algo más que de relaciones y de propiedades psicológicas (esto es aceptado por prácticamente todos los lógicos contemporáneos). En relación al problema mente-cuerpo, las posiciones “dualistas” suelen hacer referencia a un dualismo ontológico, que no es otra cosa que una posición antireduccionista que sostiene que en esencia los fenómenos psíquicos son algo más que meramente físicos, que están “hechos” de algo más que de fenómenos físicos (solo una pequeña minoría de neurocientíficos, psicólogos y filósofos mantiene esta posición hoy en día). Claramente, la relación de reducción ontológica de B a A se da cuando los elementos de B están compuestos por los mismos elementos que los de A mientras que en la composición no entre en juego ninguna interacción que no esté ya en A, lo que se conoce como microreducción. De esta manera, según el conocimiento actual, la química es ontológicamente reducible a la física, en tanto las moléculas están compuestas de

átomos y las fuerzas relevantes para su composición son fuerzas físicas, lo que significa que no existen interacciones químicas específicas.

b) Reducción epistemológica

La reducción epistemológica atañe a la pregunta por si el conocimiento de los fenómenos de B se puede reconducir al conocimiento sobre los fenómenos de A. Normalmente en la discusión sobre la reducción ontológica se acepta la premisa de que el conocimiento sobre los fenómenos de B está contenido en las *leyes* (naturales) que rigen en B. De esta manera, por ejemplo, el reduccionismo epistemológico de la biología a la física y a la química sostiene que las leyes biológicas son redirigibles a las leyes de la química y de la física. A efectos de que esta reconducción se dé, se deben satisfacer dos condiciones que fueron llamadas condición de conectividad y de derivabilidad en un influyente trabajo de Ernest Nagel (Cfr. Nagel, 1961, p. 354). La *condición de conectividad* es necesaria, puesto que el vocabulario de B contiene conceptos que no ocurren en A. Por ejemplo, en la biología existe el concepto de hemoglobina, que no es ningún concepto físico ni químico. Cuando las leyes de B apelan a tales conceptos característicos de B, éstos deben poder ser reconducidos a las leyes de A, por lo que estos conceptos de B deben poder ser expresados en términos de conceptos de A. Se requieren también enunciados que señalen qué conceptos de A corresponden al concepto de B, por lo que esos enunciados se denominan *enunciados de correspondencia*. La condición de conectividad requiere la especificación de dichos enunciados.

Para lograrlo es necesario encontrar una expresión A^* lógicamente equivalente para un concepto B^* de B, expresión que solo puede ser compuesta de conceptos de A. Por ejemplo, el concepto de hemoglobina se puede expresar por medio de conceptos químicos, dando la fórmula estructural de la hemoglobina. La equivalencia lógica de B^* con A^* se puede expresar con el bicondicional de la lógica de predicados, esto es, $B^* \leftrightarrow A^*$. Con una expresión semejante se puede satisfacer la condición de conectividad. En la literatura se suele denominar a estos bicondicionales como “leyes puente bicondicionales”. Esto es un tanto engañoso ya que el estatus de los bicondicionales para expresar leyes no es nada claro. Por ejemplo, ¿es una ley de la naturaleza la identificación de la luz con las ondas electromagnéticas mediante la cual se satisface la condición de conectividad en la reducción de la óptica a la electrodinámica? Las leyes naturales no suelen involucrar expresiones de identificación sino que dicen algo sobre la conexión (legaliforme) de *diferentes* cantidades. Sea cual sea su estatus, las leyes de B pueden ser reformuladas por medio de conceptos de A a través de las oraciones de correspondencia bicondicionales, eliminando los conceptos de B en favor de los conceptos de A.

Que las leyes de B así reformuladas puedan ser llevadas a leyes de A no significa otra cosa que aquellas leyes están contenidas en las leyes de A. Este “estar contenidas” significa que las leyes de B son lógicamente deducibles de las leyes de A, exactamente lo que exige la *condición de deducibilidad*. Ahora bien, esta condición debe ser formulada con mayor precisión. Esto se puede ver en el hecho de que la reducción epistemológica debería mostrar que las leyes de B son *casos especiales* de las leyes de A. Por ejemplo, si las leyes de la herencia fueran en última instancia deducibles de la mecánica cuántica, entonces dichas leyes serían casos especiales de la mecánica cuántica, es decir que serían

expresiones que la mecánica cuántica involucra cuando se la aplica a una clase particular de sistemas que se autoreproducen. Para esto se necesitan como premisas de esta deducción no solo las leyes de la mecánica cuántica y los enunciados de correspondencia para los conceptos particulares de la genética, sino también la especificación del sistema sobre el que se pretende aplicar la mecánica cuántica.⁴ En general la reducción epistemológica de las leyes de B a A se puede caracterizar de la siguiente manera:

De:

Leyes-A & enunciados de correspondencia bicondicionales para conceptos-B
& especificaciones del sistema

se siguen lógicamente:

Leyes-B.

Tres puntos se pueden observar aquí. Primero, la adición de las especificaciones del sistema a las premisas de la derivación es esencial, de otro modo la derivación se vuelve trivialmente imposible. Obviamente, una ley no puede hacer afirmaciones sobre un sistema particular cuando no provee la información sobre qué sistema se trata. De hecho, muchos autores argumentan en base a esto en contra de la posibilidad de la reducción, aunque la posición antireduccionista que se justifica de esta manera no ilustra nada puesto que se mantiene trivialmente.

El segundo punto es que en la reducción epistemológica se trata de un caso de reducción de tipo (lo que en la literatura de habla inglesa se denomina como reducción “*type-type*”). Con esto se quiere decir que en los enunciados de correspondencia bicondicionales se identifican *propiedades-B* con *propiedades-A*. Las propiedades son generales, es decir que les corresponden a objetos (en el sentido más amplio de la palabra) de un *tipo* particular. Así, los enunciados de correspondencia asignan un tipo de objetos-B (a los que corresponde B*) a un tipo de objetos-A (a los que corresponde A*). El concepto opuesto (en inglés) a *type-type* es “*token-token*” (“*token*” designa a un ejemplar particular) y significa la correspondencia de un objeto *individual* de B a un objeto *individual* de A.

Tercero, en la literatura se suele asociar a la reducción epistemológica con una exigencia de explicación, esto es, la afirmación de que la derivación presentada arriba provee una *explicación* de las leyes de B. Esto suele suceder, pero de ninguna manera se da siempre así. Especialmente no es ese el caso cuando en un contexto determinado una parte del conjunto de premisas de la derivación no se consideran con *fuerza* explicativa sino que se las ve a ellas mismas como *necesitando* una explicación. Por ejemplo, puede ser el caso de que los enunciados de correspondencia bicondicionales, en caso de que se disponga de ellos, parezcan tan enigmáticos al punto que ellos mismos requieran una explicación. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en el problema mente-cuerpo (Cfr., por ejemplo, Kim, 1998, pp. 95-96). Para la reducción epistemológica de los procesos

⁴ En Hoyningen-Huene (1985, pp. 274-277), al igual que Nagel (1961, p. 434), identifiqué a las especificaciones del sistema como condiciones de contorno, lo que no es correcto. La especificación de una ecuación diferencial para una aplicación particular no se identifica con la consideración de las condiciones de contorno. Las condiciones iniciales y las de contorno brindan información que disminuye el conjunto de soluciones para una ecuación diferencial *dada*.

psíquicos a los neuronales se necesitan bicondicionales que aten a los estados psíquicos con sus correlatos neuronales. Ahora bien, *por qué* una configuración neuronal se correlaciona, por ejemplo, con una sensación de rojo, una sensación de azul o una sensación de cosquilleo, puede ser un misterio. Una reducción epistemológica que apele a esta clase de enunciados de correspondencia bicondicionales tan poco comprendidos no provee explicación alguna para los fenómenos-B.

c) Reducción explicativa

La reducción explicativa (también denominada “explicación reductiva”) atañe a la pregunta por si los fenómenos-B pueden ser explicados por medio de los recursos de A. Como ejemplo, la posición de reducción explicativa de la biología a la física y a la química sostiene que los fenómenos biológicos pueden ser explicados físico-químicamente. La correcta aclaración del concepto de reducción explicativa claramente depende de qué es lo que se entiende por explicación. Si uno sigue el esquema de Hempel y Oppenheim de manera incondicional, de acuerdo con el cual una explicación consiste en una deducción desde leyes y las denominadas condiciones antecedentes (Cfr. Hempel, 1977, p. 6), el concepto de reducción explicativa colapsa con el de reducción epistemológica recién tratado. Ahora bien, el esquema de explicación de Hempel-Oppenheim no es válido para todos los tipos de explicación, por lo que el concepto de reducción explicativa se distingue del de reducción epistemológica. Por ejemplo, en las ciencias de la vida, muchas de las explicaciones que se consideran satisfactorias no poseen el grado de explicitud que exige el esquema Hempel-Oppenheim (Cfr., por ejemplo, Wimsatt, 1976, pp. 488-489). Tales explicaciones suelen estar basadas en un entendimiento a grandes rasgos de los factores causales, razón por la que les falta la diferenciación entre condiciones antecedentes y enunciados legales que es exigida por el esquema Hempel-Oppenheim. Una caracterización general de la reducción explicativa debe permanecer vaga o imprecisa puesto que tiene que dejar espacio para distintos tipos de explicaciones. En general se puede decir que la reducción explicativa implica encontrar un proceso, un mecanismo, una estructura o algo semejante en el nivel A que explique adecuadamente el fenómeno-B.

Desde un punto de vista abstracto, puede parecer plausible que solo se acepten explicaciones-A para fenómenos-B, tan pronto como éstas estén disponibles o puedan ser elaboradas. En realidad, esto no ocurre. El filósofo estadounidense Hilary Putnam propuso un ejemplo convincente de la vida cotidiana sobre este punto (Cfr. Putnam, 1975, pp. 295-296): se nos da una tabla de madera con dos orificios, uno de forma cuadrada de 2 cm de lado y uno de forma circular con 2 cm de diámetro, y una barra de madera con un perfil transversal cuadrado con caras de 1.9 cm. Lo que se pretende explicar es por qué la barra de madera no se puede hacer pasar por el orificio circular mientras que sí se lo logra hacer a través del orificio cuadrado. Para esto se recurre a la proporción geométrica de las figuras (la diagonal del corte transversal de la barra mide aproximadamente 2,69 cm, por lo que no puede pasar a través del agujero de 2 cm de diámetro) y la dureza conocida de la madera. En este contexto, la razón por la que la madera tiene esa dureza en virtud de su estructura molecular no es relevante ya que incluso otra realización de la dureza, si por ejemplo la barra fuera de metal o de vidrio,

llevaría al mismo resultado. El ejemplo señala que hay casos en los que, si bien la explicación reductiva es posible en principio, sería completamente inadecuada: recurrir a propiedades-B y a proporciones-B alcanza para completar la explicación buscada.

d) Reducción metodológica

Conectada, aunque no idéntica, con la reducción explicativa está la reducción metodológica (o “procedimental”).⁵ Le concierne la pregunta por si la investigación de los fenómenos-B debe realizarse por los métodos de investigación específicos para los fenómenos-A. Por ejemplo, la posición de reduccionismo metodológico de la biología a la física y a la química sostiene que los fenómenos biológicos solo pueden ser investigados por medio de métodos físicos y químicos.

Bajo esta forma fuerte y categórica, las exigencias para la reducción metodológica suelen ser inalcanzables. La razón está, en particular, en que las otras formas de reducción presuponen que un conocimiento específico del nivel B está disponible, sobre el que tiene lugar la reducción ontológica, epistémica o explicativa. La exigencia de la reducción metodológica impediría la creación de dicho conocimiento. De hecho, las exigencias para la reducción metodológica no suelen ser propuestas por los defensores de la reducción, más bien les es atribuida por quienes se oponen a la reducción.

e) Reducción funcional

La reducción funcional concierne a la pregunta por si los fenómenos-B pueden ser identificados con ciertos fenómenos-A que tienen las mismas funciones que dichos fenómenos-B. En este caso, el concepto de función tiene un sentido amplio: se refiere en general a las condiciones que llevan a la aparición de fenómenos-B y a los efectos que surgen de ellos. Por ejemplo, la posición de la reducción funcional de la biología a la física y a la química sostiene que las sustancias definidas biológicamente, por caso un producto particular de una clase animal o vegetal, pueden ser identificadas con sustancias caracterizadas físico-químicamente que tienen en particular los mismos efectos que las sustancias definidas por medios biológicos. La relación entre reducción funcional y explicativa no se aclara en la literatura. Al parecer son idénticas en muchos casos, pero no en todos.

2.4 Distinciones cualificativas

Cada una de las posiciones de reducción discutidas en las secciones anteriores puede ser refinada todavía al tomar en consideración ciertos aspectos que hacen a distinciones que son relevantes en la práctica científica.

⁵ En Hoyningen-Huene (1985, p. 272) todavía no había hecho una distinción entre reducción metodológica y explicativa, lo que ahora me parece un error.

a) Reducción eliminativa vs. retentiva

La distinción entre reducción eliminativa y retentiva concierne a la pregunta acerca de lo que sucede con el integrante menos significativo de la reducción. En el caso de la reducción sucesiva se trata de la teoría antecesora, en tanto en algún sentido está contenida en la teoría sucesora. En el caso de la reducción internivel es el nivel superior B, ya que ahora queda reducido a A. ¿Se vuelve prescindible la teoría precursora (o el nivel superior B) después de una reducción exitosa y por lo tanto puede ser eliminada (reducción *eliminativa*)? ¿O la teoría precursora (o el nivel superior B) sigue jugando un papel en la ciencia (reducción *retentiva*)? Ambos casos ocurren de hecho. En general se puede decir que la parte menos significativa de la reducción puede continuar jugando un papel en la ciencia cuando sus descripciones para el campo correspondiente son lo suficientemente correctas y más económicas que las descripciones que puede aportar la parte más sustantiva de la reducción.

Consideremos ahora las reducciones sucesivas. La mecánica clásica constituye un ejemplo de reducción retentiva, en tanto la teoría de la relatividad especial es una teoría sucesora para grandes velocidades. Si bien desde la perspectiva de esta teoría sucesora la mecánica clásica es estrictamente falsa, continúa siendo utilizada en aquellos campos en los que las velocidades no son tan elevadas ya que para dichos casos provee enunciados cuantitativos lo suficientemente precisos.

Las reducciones internivel suelen ser retentivas debido a la razón ya mencionada de la economía. Incluso si por ejemplo la química pudiera reducirse completamente a la física, los conceptos y leyes químicos usuales seguirían siendo usados porque permiten enunciados más simples acerca de los hechos químicos relevantes que sus traducciones al vocabulario físico. Por esta razón, la preocupación de los representantes de una ciencia B, de la que se dice que puede ser reducida a una ciencia A por los representantes de ésta última, de que su área de trabajo B sería eliminada no tienen buen fundamento en su mayoría. Desde un punto de vista práctico, tales intentos de reducción suelen tener pocas consecuencias directas.

b) Reducción factible o posible en principio o (meramente) heurística

La distinción entre reducción factible de hecho, posible en principio y meramente heurística caracteriza diferentes grados de exigencias con los que se pueden realizar los enunciados de (anti)reducción. En el caso más fuerte se sostiene la factibilidad de hecho de una reducción particular, por ejemplo, la elucidación completa de la estructura química de una sustancia biológicamente relevante. Una atenuación es la afirmación de que una reducción particular es posible en principio, pero por dificultades prácticas (presentes o hasta nuevo aviso) no es factible. Ambos son enunciados *categoricos* de reducción. En contraste, existen enunciados que se pueden calificar como una (mera) afirmación de reducción *heurística*. Con esta afirmación se pretende señalar que, en un campo determinado, una estrategia de investigación reduccionista es heurísticamente fértil. Es importante señalar que un reduccionismo heurístico en un campo determinado puede ser compatible con el antireduccionismo categorico correspondiente (y viceversa). Así, por ejemplo, el físico y biólogo Max Dellbrück sostenía que la biología no era

reducible en principio a la física, pero seguía un programa de investigación reduccionista, puesto que creía que era la única forma de poder hallar las leyes específicamente biológicas (Cfr., por ejemplo, Kay, 1992).

2.5 Argumentos a favor y en contra de la reducción

Lo primero que se tiene que considerar en los argumentos a favor o en contra de la reducción es qué clase particular de enunciado de reducción se está afirmando o negando. ¿Se trata de un enunciado categórico o de una mera aserción de reducción heurística? Los enunciados de reducción no son muy disputados en las ciencias mismas: los programas de investigación compiten entre sí y su fertilidad aparece tarde o temprano a medida que se llevan a cabo dichos programas.

Con respecto a las afirmaciones categóricas de reducción, se debe considerar una asimetría argumentativa fundamental que concierne tanto a la justificación de las posiciones reduccionistas como de las antireduccionistas (Cfr. Hoyningen-Huene, 1992). Un enunciado reduccionista es una afirmación de existencia, a saber, la de que la relación de reducción correspondiente existe de hecho. Las afirmaciones de existencia se justifican mediante la exhibición o la construcción de aquello cuya existencia se afirma, en este caso, llevando a cabo la reducción postulada. De esta manera, queda totalmente claro cómo se debe argumentar a favor de un enunciado reducción concreto: la reducción sostenida debe ser llevada a cabo. Esto es lo que ha ocurrido en innumerables casos de reducción internivel en economía, lingüística, geología, biología, farmacéutica, química y física, campos en los que se llevan a cabo reducciones ontológicas, explicativas y funcionales al mismo tiempo. Efectos macroeconómicos, oraciones lingüísticas, la corteza terrestre, sólidos, líquidos, gases, moléculas, átomos y núcleos atómicos son analizados como sistemas de unidades más pequeñas, y luego las propiedades y funciones de los sistemas son explicados en base a sus partes y su configuración (los antireduccionistas no suelen negar estos casos exitosos, aunque sí niegan que puedan continuarse sin límites). Incluso hay ejemplos claros para el caso de las reducciones sucesivas, como el de la reducción de la teoría de la relatividad especial a la mecánica newtoniana.

La estrategia argumentativa que debe ser empleada para las reducciones que solo deberían ser posibles en principio, es decir, para aquellas que no pueden ser de hecho demostradas, es algo menos clara. En este caso se tiene que hacer plausible que la reducción pretendida *sería* factible con recursos suficientes. En el caso de la reducción internivel se hace referencia al éxito ya alcanzado por determinados programas de investigación. Por ejemplo, esta posición es dominante en las ciencias biomédicas, en donde existe la convicción de que las sustancias relevantes pueden ser completamente caracterizadas químicamente y de que todos los procesos de la vida tienen una base enteramente material que puede ser reducida a procesos físico-químicos. Esta convicción incluye al menos la reducción ontológica, explicativa y funcional a la física y a la química de las partes correspondientes de la biomedicina. Claro que solo una pequeña parte de estas reducciones son realizables de hecho. Pero la falta de cualquier alternativa con cierto grado de corroboración empírica y el éxito, hasta ahora continuo, de estos programas reduccionistas hacen que la mayoría de los investigadores no reconozca en

ellos ningún límite. Incluso muchas reducciones sucesivas se explican como posibles en principio pese a que su realización práctica todavía está pendiente. Así, por ejemplo, la reducción de la mecánica cuántica a la mecánica clásica, la de la teoría general de la relatividad a la teoría newtoniana de la gravitación o la de la electrodinámica a la óptica geométrica todavía no han sido ejecutadas rigurosamente. En estos casos hay problemas matemáticos muy complejos que siguen sin ser resueltos pero cuya solución se considera posible. La razón para este optimismo es el alto grado de validación empírica que estos pares de teorías tienen en sus respectivos campos. Debido a esto, no hay razón para suponer que las teorías más complejas no puedan ser reducidas a las menos complejas, si solo la región de transición pudiera ser tratada de una manera matemáticamente adecuada.

Los antireduccionistas suelen argumentar destructivamente, intentando mostrar que el establecimiento de las distintas afirmaciones de reducción no se sostiene. Para esto existen distintas estrategias, que en parte se superponen:

a) Se pueden atacar las condiciones sobre las cuales se basa la afirmación de reducción. Por ejemplo, una reducción epistemológica internivel parte del supuesto de que el conocimiento de B tiene forma de ley. En realidad, para muchas disciplinas fuera de la física, el conocimiento relevante no está en forma de ley y es cuestionable que pueda ser llevado a dicha forma. De manera similar, para una reducción funcional internivel se debe asumir que los fenómenos de B se pueden caracterizar adecuadamente por medio de sus funciones (en el sentido amplio del término). Este presupuesto es bastante problemático, por ejemplo, en el caso del problema mente-cuerpo. ¿Se puede diferenciar *funcionalmente* una sensación elemental, tal como una sensación de rojo, de una sensación de verde? Para los casos mencionados, los antireduccionistas consideran que los esfuerzos de reducción están desacertados desde el punto de partida ya que no se satisfacen los requisitos que impone la pregunta por la reducción.

b) Es posible atacar un *enunciado* de reducción, declarando que es irrelevante ya que pasa por alto rasgos fundamentalmente antireduccionistas del fenómeno en consideración. Con respecto a la biología, los reduccionistas suelen argumentar que los procesos biológicos son procesos netamente físico-químicos por lo que la biología es reducible a la física y a la química. De acuerdo a los antireduccionistas, esto pasa por alto el problema real de la reducción en biología, ya que los conceptos biológicos específicos no se pueden entender a través de conceptos físico-químicos, lo que lleva a que las explicaciones funcionales no puedan darse en la física y en la química. En este caso, el enunciado de reduccionismo ontológico se contraataca sosteniendo que las preguntas de reducción relevantes conciernen a la existencia de equivalentes físico-químicos para los conceptos biológicos y que el modo de explicación concierne a explicaciones funcionales, por lo que aquí no habría ninguna chance de reducción (Cfr., por ejemplo, Mayr, 1991, p. 30).

c) Se pueden atacar los *argumentos* que se aducen para una afirmación reduccionista particular. Para esto hay dos opciones básicas: es posible rechazar ciertas *premisas* de los argumentos correspondientes, considerándolas como imprecisas o insatisfacibles, o bien se puede negar en términos generales que la afirmación formulada pueda ser *justificada* en absoluto. El “argumento de la realizabilidad múltiple” es un ejemplo importante de la primera estrategia, ya que está orientado en contra de la

posibilidad de reducción epistemológica, más precisamente en contra de la existencia de las oraciones de correspondencia que se demandan (Cfr. Fodor, 1992). De acuerdo con este argumento, suele darse el caso de que cierta propiedad B^* de B puede ser realizada por diferentes propiedades A^* de A. Así, con respecto a la reducción de la psicología a las neurociencias, es relevante que un cierto estado psicológico B^* (por ejemplo “X ve verde”) puede ser realizado por diferentes estados neurológicos A_1^* , A_2^* , ..., A_n^* . Si el conjunto de los A_i^* es finito y realmente especificable, entonces se puede todavía tomar en consideración la oración de correspondencia

$$B^* \leftrightarrow (A_1^* \text{ o } A_2^* \text{ o } \dots \text{ o } A_n^*).$$

Si el conjunto de los A_i^* posibles no puede ser abarcado, por ejemplo, porque un estado neurológico B^* puede también ser realizado por medio de diferentes materiales, entonces ya no se puede establecer ninguna oración de reducción manejable para B^* . En este caso la reducción fracasa necesariamente puesto que la realizabilidad múltiple de B^* vuelve imposible la formulación de las oraciones de reducción que son indispensables para la reducción.

Una estrategia muy usada en contra de la posibilidad de reducción internivel, según la cual las entidades-B están compuestas por entidades-A (microreducciones), es recurrir a la “emergencia” o a la expresión “el todo es más que la suma de sus partes”. Con esto se pretende expresar que los intentos de reducción de tales “todos” están condenados al fracaso desde el principio porque las respectivas entidades-B tienen propiedades que no pueden entenderse desde el nivel A. Como se añade algunas veces, la aparición de dichas propiedades “holísticas” es una propiedad básica de la materia. Esta objeción global a la posibilidad de la reducción suele ser fundamentalmente rechazada por los reduccionistas. Me ocuparé de esta objeción en conexión con la discusión sobre emergencia en la sección 3.

d) En las ciencias, el argumento más fuerte en contra de las reducciones consideradas es el desarrollo de una teoría convincente que explique los fenómenos-B y al mismo tiempo haga entendible por qué el nivel B no es reducible al nivel A (en todos los sentidos). Esta es una estrategia científicamente fértil: no se queda con la estéril negación última de la posibilidad de reducción –sin importar qué tan convincente sea. Más bien, las entidades o interacciones que no existen en el nivel A son introducidas en el nivel B. La credibilidad de las entidades nuevas del nivel B por sobre las entidades del nivel A depende de la eficiencia de la teoría en la cual se introdujeron estas entidades. Un ejemplo puede ser la física, en donde la creencia en la irreducibilidad de los fenómenos gravitatorios y eléctricos a los fenómenos mecánicos prevaleció a la hora de introducir teorías que pudieran explicar dichos fenómenos en base a interacciones no-mecánicas. El motivo para la introducción de dichas teorías fue el fracaso de los intentos anteriores de encontrar una explicación mecánica para cada uno de estos fenómenos –lo que claramente no demuestra la imposibilidad de tales explicaciones reductivas.

Hasta aquí las estrategias de argumentación usuales en contra del reduccionismo. Es importante señalar que los antireduccionistas suelen pasar por alto lo exigente que es su situación argumentativa puesto que un enunciado antireduccionista es una *afirmación de imposibilidad*. No se trata de justificar que tal o cual intento de reducción falla sino, más bien, de que construir la relación de reducción correspondiente es *fundamentalmente*

imposible. Un objetivo de argumentación semejante no se puede lograr de manera constructiva en las ciencias empíricas ya que requeriría mostrar que todos los intentos imaginables de justificar la reducción sostenida deben fallar.

Muchas veces la discusión entre reduccionistas y antireduccionistas es muy poco productiva. Muchos malentendidos surgen a causa de conceptos no muy bien diferenciados, y los orígenes técnicos diferentes hacen que la fuerza de algunos argumentos sea valorada de manera muy dispar. A su vez, ambos bandos suelen tener fuertes prejuicios que hacen que cualquier contraargumento parezca casi imposible. Uno de los prejuicios más extendidos entre los reduccionistas es la *intuición reduccionista fundamental*, incluso cuando no se la formula de manera explícita (Cfr. Hoyningen-Huene, 1989, p. 30). Esta intuición significa que, en el caso de la microreducción, las reducciones epistemológicas, explicativas y funcionales pueden ser inferidas de la reducción ontológica. La razón está en que en la información sobre las partes de un sistema y su configuración está contenida *toda* la información acerca del sistema mismo, por lo que en principio todo el conocimiento acerca del nivel B puede ser extraído del nivel A.

Los antireduccionistas se suelen oponer a este prejuicio con uno de fuerza semejante que puede ser llamado la “intuición emergentista fundamental”. Me ocupo de esta intuición en la sección siguiente.

3. Emergencia

3.1 La idea de emergencia

La idea esencial de emergencia sostiene que cuando se combinan elementos (nivel A) para conformar un sistema (nivel B), este sistema puede mostrar propiedades nuevas e inesperadas, propiedades que son fundamentalmente incomprensibles, impredecibles e inderivables desde el nivel de los componentes. Obviamente, esta idea está en completa oposición a la intuición reduccionista fundamental y puede ser llamada la *intuición emergentista fundamental*. Ambas intuiciones presuponen el reduccionismo ontológico: el sistema B está compuesto por componentes-A. Sin embargo, difieren sobre las consecuencias de este hecho, es decir, sobre si es posible o no inferir el reduccionismo epistemológico, explicativo y funcional a partir de él. Una discusión más detallada de la intuición emergentista fundamental requiere, antes que nada, una clarificación del concepto de emergencia ya que dicho concepto se utiliza en una multiplicidad de variantes. Al menos se pueden distinguir cinco dimensiones que necesitan ser iluminadas.⁶

3.2 Características de la emergencia

La primera pregunta concierne a las características que le corresponden al emergente –más allá de qué es, véase punto 3.3. Aquí hay dos posibilidades principales:

⁶ Para una discusión detallada, véase Hoyningen-Huene (1994b) o, en una perspectiva algo diferente, Stephan (1999, capítulos 3 y 4).

a) Lo emergente en el nivel B es *impredecible en principio* partiendo del conocimiento del nivel A. Algunas veces se habla también de inderivabilidad en principio o de inexplicabilidad en principio. Al conocimiento del nivel A le pertenecen las propiedades de los componentes del sistema, las leyes que los rigen y la especificación del sistema –de manera de excluir una forma trivial de no-reducibilidad (véase 2.3.b más arriba). La impredecibilidad fundamental mencionada puede pensarse de dos maneras. Por un lado, la impredecibilidad puede resultar del hecho de que los fenómenos del nivel B no están determinados por el nivel A, esto quiere decir que no hay relación de superveniencia entre B y A. Por otro lado, la impredecibilidad puede resultar del hecho de que, pese a la superveniencia de B sobre A, una predicción de los fenómenos-B sea imposible dado el conocimiento que se tiene del nivel A. Este caso se da, por ejemplo, cuando los fenómenos emergentes se estudian fundamentalmente de manera empírica y no pueden ser anticipados teóricamente, es decir, que no se puede tener conocimiento de ellos antes de su aparición. Ésta es la posición que más prevalece con respecto a la impredecibilidad de lo emergente (véase en particular Broad, 1925, p. 61-69).

b) La segunda variante principal de los rasgos característicos de la emergencia sostiene que lo emergente realiza una *macrodeterminación*. Con esto se quiere decir que el todo ejerce una influencia causal sobre los componentes, es decir, que los componentes tienen propiedades nuevas y diferentes a causa de su integración en un todo, propiedades que no tienen cuando están aislados. Por ejemplo, muchos fisiólogos aceptan esta idea cuando consideran que la conciencia es una propiedad emergente del cerebro y que tiene influencia causal y determinante sobre el nivel fisiológico (Cfr., por ejemplo, Sperry, 1986). De esta forma, la dirección causal queda invertida con respecto a la posición reduccionista. Por esta razón, muchas veces se habla de “causalidad hacia abajo” (*downward causation*). Lo que resulta problemático para esta idea es cómo esta influencia causal sobre los componentes se relaciona con las leyes que rigen en el nivel A. Si el comportamiento de los componentes ya está completamente determinado por las leyes del nivel A, no se podría comprender cómo un factor causal adicional puede afectar a dichos componentes (factor que, además, debe estar basado en el todo, el cual está formado por los componentes).

3.3 ¿Qué es emergente?

En la literatura se pueden encontrar varias concepciones con respecto a las entidades emergentes, esto es, aquellas que son en principio impredecibles o tienen macrodeterminación.

a) La idea más común es que son las *propiedades* las que son emergentes. Estas propiedades pueden ser propiedades del sistema o de sus partes. Como un ejemplo del primer caso se puede mencionar el olor del amoníaco, que parece ser sorprendente e impredecible en relación al nitrógeno y al oxígeno que lo componen, ya que son inodoros. Como ejemplo del segundo caso se pueden mencionar a los animales sociales, en tanto muestran diferentes características dependiendo de si están o no integrados a un grupo social de sus congéneres (Cfr., por ejemplo, Wilson, 1975, p. 7).

b) Otra noción bastante extendida es la que sugiere que en el nivel B rigen *leyes* novedosas, leyes que no rigen en el nivel A y a cuyas leyes tampoco se pueden reducir.

Se suele decir que las “leyes de la vida” son emergentes respecto del nivel de la química y de la física. Igual que en el caso de la macrodeterminación, en este caso la relación entre estas leyes nuevas del nivel B y las del nivel A sigue siendo problemática.

c) Muchas de las variantes discutidas en la literatura se pueden resumir mediante el concepto de *macrocondiciones* que significa que las configuraciones específicas de los elementos de A llevan a una nueva clase de conformación de unidades: las partes de los organismos ingresan en una configuración que organiza varios procesos-A para la supervivencia del organismo y conforma la identidad del ser vivo, puesto que el organismo cambia su base material constantemente.

3.4 Emergencia fuerte y débil

El concepto de emergencia se puede entender como antítesis del concepto de reducción ya que explícitamente excluye la reducibilidad de B a A. Cuando esto ocurre se trata del concepto *fuerte* de emergencia. En los otros casos se hace referencia a un concepto *débil* de emergencia que no pretende excluir la reducibilidad y que es de poco interés teórico.

3.5 ¿Entre qué niveles ocurre la emergencia?

No hay consenso entre los defensores de la emergencia sobre cómo responder a la pregunta por entre qué niveles debería darse la emergencia. La mayoría de los autores asumen la emergencia entre los niveles de lo inorgánico, lo viviente y lo psíquico (Cfr., por ejemplo, Stephan, 1999, pp. 23-25). Ahora bien, todavía hay muchas posiciones en la literatura con respecto a una mayor cantidad de niveles y a su localización precisa.

3.6 Emergencia: ¿relativa a una teoría o absoluta?

La emergencia se puede entender epistemológicamente, esto es, como resultado de una situación epistémica particular, o sea como consecuencia del conocimiento teórico insuficiente sobre el nivel A. Por ejemplo, la posible superfluidez de algunos fluidos (nivel B) no puede derivarse en principio desde teorías clásicas (es decir, no cuánticas) de los átomos y las moléculas (nivel A) porque se trata de un fenómeno estrictamente cuántico. En cambio, una descripción de las partículas líquidas basada en la mecánica cuántica permite derivar el estado superfluido posible. En este caso, la superfluidez es una propiedad emergente *relativa a una teoría*. La emergencia relativa a una teoría es más bien poco interesante porque es trivial que los fenómenos del nivel B no se puedan entender desde el nivel A si no se ha puesto a disposición la información suficiente en dicho nivel.

Los teóricos de la emergencia siempre pretendieron una comprensión *absoluta*, y por lo tanto ontológica, de esta noción. Esto significa que los fenómenos-B no pueden inferirse incluso desde un conocimiento completo del nivel A. En este caso, la emergencia se vuelve ontológica porque es consecuencia de las propiedades de la materia y no epistémica en tanto no es una consecuencia de una situación particular de conocimiento. Las afirmaciones de emergencia que utilizan esta versión fuerte de emergencia se

enfrentan a la dificultad de que, estrictamente hablando, no pueden ser verificadas: el anti-emergentista (es decir, el reduccionista) siempre puede echarle la culpa de la impredecibilidad de ciertos fenómenos-B al (todavía) deficiente estado de la teoría en el nivel A. Claramente esta estrategia reduccionista no tiene por qué ser creíble pero sí indica un problema argumentativo para los emergentistas, el mismo que ya encontramos al discutir los argumentos a favor y en contra de la reducción en la sección 2.5: un enunciado de emergencia formula una posición antireduccionista y es, por lo tanto, una afirmación de imposibilidad, con todas las dificultades que esto trae para su fundamentación.

3.7 Argumentos a favor y en contra de la emergencia

Un problema que afecta negativamente al debate sobre emergencia es el hecho de que incluso científicos de muy alto nivel que simpatizan con la emergencia presentan casos de fenómenos emergentes que, tras una inspección más pormenorizada, no pueden sostenerse o resultan ser casos más bien poco interesantes de emergencia relativa a una teoría. Aquí hay cuatro casos (Stephan, 1999, capítulos 17 y 18, presenta casos adicionales):

El científico del comportamiento Konrad Lorenz (premio Nobel en 1973) menciona como ejemplo de un fenómeno emergente a un circuito eléctrico en el que pueden producirse vibraciones. Este ejemplo ilustra que, en comparación con circuitos más sencillos, “[... surgen] propiedades sistémicas completamente nuevas que no estaban presentes antes ni insinuadas” (Lorenz, 1973, p. 48). Si bien todo esto es correcto, no es ningún argumento en contra de la posibilidad de la reducción. De hecho, la capacidad vibratoria de un circuito puede ser inferida matemáticamente desde los componentes y el diagrama del circuito por lo que es más un triunfo del reduccionismo que otra cosa.

En varias ocasiones, el neurofisiólogo Roger Sperry (premio Nobel en 1981) menciona como ejemplo de un fenómeno emergente en el que ocurre “causalidad hacia abajo” a una rueda que cae por una colina. El movimiento de los átomos y las moléculas que conforman la rueda queda “determinado por las propiedades sistémicas globales de la rueda como un todo, independientemente de la inclinación de los átomos y las moléculas individuales” (Sperry, 1980, p. 201). Si bien esta descripción del fenómeno no es falsa, cuanto menos es engañosa. De hecho, existe una descripción completamente reduccionista del fenómeno. Cada átomo de la rueda está bajo la influencia de la gravedad y de las interacciones con sus vecinos (con los que está unido de manera rígida). Las propiedades globales de la rueda que se mencionan pueden ser descritas completamente en términos microfísicos y caracterizan al sistema en consideración, actuando como condiciones de contorno en una explicación reduccionista.

El prestigioso científico del comportamiento Edward Wilson menciona como un ejemplo de emergencia al hecho de que los animales sociales se comportan de modo diferente cuando están en un grupo que cuando están en pareja o solos; comportamiento social que no puede predecirse desde el individual (Cfr. Wilson, 1975, p. 7). El holismo que aquí se señala parece estar en oposición al reduccionismo. Sin embargo, no está para nada claro que el comportamiento colectivo no pueda ser rastreado hasta las disposiciones

comportamentales de los individuales que no se encuentran activas en el individuo aislado o en interacción diádica y, por lo tanto, no son observables en esas situaciones.⁷

Un ejemplo bastante usado en la literatura sobre emergencia es el de los olores de los compuestos químicos, ya que no se los puede deducir de los olores de los componentes ni de sus otras propiedades, razón por la cual serían emergentes. Un caso muy ilustrativo es el olor penetrante del amoníaco que difiere drásticamente del olor inexistente del nitrógeno y del hidrógeno que lo componen. De hecho, el olor de un compuesto químico pareciera no poderse inferir en absoluto desde todo el conocimiento imaginable sobre los componentes por lo que estaríamos frente a un ejemplo bastante sólido de emergencia. Un análisis más detallado, sin embargo, le quita un poco de esplendor al ejemplo. Los olores de las sustancias son propiedades secundarias, es decir que no solo dependen de las propiedades de la sustancia sino también de la fisiología perceptiva del organismo que los siente, más específicamente de sus receptores olfativos. Las sustancias a las que ningún receptor responde son inodoras para ese organismo particular. Pero entonces queda claro por qué del conocimiento de todas las propiedades de los elementos químicos, incluyendo sus propiedades secundarias, nunca se pueden extraer conclusiones acerca del olor de un compuesto o la ausencia del mismo. En el conocimiento disponible no se encuentra la información sobre si cada individuo posee o no *algún* receptor olfativo que responde al compuesto (mucho menos a qué sensación llevaría una respuesta, en caso de existir). Por lo tanto, la presencia del olor de un compuesto o su ausencia parece ser emergente debido a información incompleta. Otra pregunta es la de cómo es que surge una cualidad particular de olor cuando un receptor responde (sin importar si son los componentes o el compuesto los que la provocan). Acerca de esta relación entre lo físico y lo mental no está claro todavía si es posible una reducción y en qué sentido lo sería, o si en este caso realmente hay irreducibilidad y emergencia.

¿Cuáles son los requisitos que se deben cumplir para una concepción sostenible de la emergencia? Un buen punto de partida es la posición de C.D. Broad. Broad ilustra su concepto de emergencia usando a los compuestos químicos como ejemplo, ya que, según él, sus propiedades no pueden ser deducidas en principio desde el conocimiento de los reactantes originales (Broad, 1925, p. 64-65). Su idea es que, pese a que la conexión entre los reactantes es una ley natural, esta ley solo se puede entender de manera empírica, es decir que solo es accesible *después* de que la reacción ha sido observada por primera vez. El resultado de una reacción química que se realiza por primera vez es fundamentalmente impredecible y, por lo tanto, hay emergencia.

Hay dos puntos para comentar sobre este argumento. Primero, Broad asume que las leyes que unen a los reactantes con los compuestos resultantes son leyes empíricas aisladas que no están sistemáticamente relacionadas entre sí o con una teoría más amplia. Esto se corresponde adecuadamente con el estado del conocimiento de las ciencias naturales en 1925. Sin embargo, en el mismo año, el desarrollo de la mecánica cuántica llevó a una conclusión preliminar sobre la cual en poco tiempo se basaría la química cuántica, con la cual, de hecho, se pueden predecir las propiedades de los

⁷ Sobre las fallas de este argumento reduccionista, véase Hoyningen-Huene (1994a).

compuestos químicos. Este ejemplo inicialmente convincente queda históricamente obsoleto.

Segundo, pese a lo anterior, el concepto de emergencia de Broad realmente parece abrir un horizonte de posibilidad porque fija las condiciones bajo las cuales se puede hablar de emergencia en al menos un sentido claro. Estas son las condiciones bajo las que el concepto de emergencia de Broad puede ser aplicado:

- 1) Hay entidades-A que se pueden conectar a través de leyes deterministas (o probabilistas) con ciertas entidades-B.
- 2) Al menos algunas de estas leyes que rigen la conexión que lleva de una A_i y una A_j a una B_{ij} están epistémicamente aisladas de las otras, es decir, que no se pueden derivar de ningún otro conocimiento. Se deben descubrir una por una de manera empírica.

En este sentido, los enunciados de emergencia son nuevamente afirmaciones de imposibilidad y, por lo tanto, sufren de un serio problema argumentativo (compárese con la sección 2.5). Hay que demostrar que las leyes aisladas que (en los casos más simples) regulan la formación de cierta entidad B_{ij} desde entidades A_i y A_j no pueden, en principio, ser incluidas en un contexto teórico desde el cual puedan ser predichas. Ya Broad había subestimado para su ejemplo de los compuestos químicos lo que la teoría general de la mecánica cuántica podía hacer para dichos compuestos. Es difícil ver cómo se puede justificar de manera convincente la imposibilidad fundamental de una teoría general en casos análogos.

Parecieran existir tres caminos para desarrollar otros conceptos de emergencia. El primero es considerar situaciones en la que si bien los fenómenos-B estén de hecho determinados por los fenómenos-A, aquellos no se puedan predecir debido a la presencia de caos determinista. Se habla de “caos determinista” cuando incluso la más pequeña diferencia en las condiciones iniciales en la evolución de un sistema puede llevar a estados consecutivos drásticamente diferentes. Las predicciones se tornan imposibles debido a que las condiciones iniciales no pueden determinarse con la suficiente precisión. En este caso, la afirmación de emergencia puede justificarse mediante evidencia de que entre los niveles A y B existe caos determinista.

Segundo, se pueden considerar situaciones en las que los fenómenos-B son de hecho producidos por los fenómenos-A aunque no estén determinados por éstos, ni siquiera de manera probabilística. En otras palabras: cuando no hay superveniencia (véase sección 2.2). En este caso, no se sigue ninguna regularidad de la constitución de los fenómenos-B por parte de los fenómenos-A y, por consiguiente, no se pueden deducir del conocimiento de los fenómenos-A. Es cuestionable que de hecho existan situaciones semejantes.

Tercero, se puede intentar desarrollar todavía más la segunda variante principal de emergencia mencionada en la sección 3.2.a, la cual se apoya en la macrodeterminación como rasgo característico de la emergencia. Aquí, sin embargo, hay que exigir que la relación de macrodeterminación sobre las relaciones de determinación del nivel A sean explicadas de manera clara y convincente. Hasta ahora no parece haberse llevado a cabo (Cfr., por ejemplo, Kim 1993; Stephan, 1999, capítulo 16).

Como resultado de esta discusión se puede decir que el concepto de emergencia es una noción delicada. Por un lado, es necesario dejar en claro exactamente lo que se entiende por dicho término y, por el otro, que la justificación de que en un caso concreto hay, de hecho, emergencia en el sentido que se explicita no está en lo absoluto libre de problemas.

4. Sugerencias bibliográficas

Para una introducción a las distinciones básicas del concepto de reducción, véase Hoyningen-Huene (1985). Específicamente sobre la pregunta por la microreducción, véase Hüttemann (2004). Varias dificultades argumentativas en el debate por la reducción se llevan a cabo en un debate ficticio en Hoyningen-Huene (1993). Para una introducción a las distinciones básicas del concepto de emergencia, véase Hoyningen-Huene (1994b). Específicamente sobre la relación entre microdeterminación y emergencia, véase Klee (1984). Una descripción exhaustiva del problema de la emergencia se puede encontrar en Stephan (1999).

5. Referencias

- Broad, C.D. (1925). *The Mind and its Place in Nature*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Fodor, J.A. (1992). Einzelwissenschaften. Oder: Eine Alternative zur Einheitswissenschaft als Arbeitshypothese. In: *Kognitionswissenschaft: Grundlagen, Probleme, Perspektiven*, hg. von Dieter Münch. Frankfurt: Suhrkamp, pp. 134-158.
- Hempel, C.G. (1977). *Aspekte wissenschaftlicher Erklärung*, Berlin: de Gruyter.
- Hooker, C.A. (1981). Towards a General Theory of Reduction, Part 1: Historical and Scientific Setting. *Dialogue* 20, pp. 38-59.
- Hoyningen-Huene, P. (1985). Zu Problemen des Reduktionismus der Biologie. *Philosophia Naturalis* 22, pp. 271-286.
- Hoyningen-Huene, P. (1989). Epistemological Reductionism in Biology: Intuitions, Explications and Objections. En: *Reductionism and Systems Theory in the Life Sciences*, P. Hoyningen-Huene & F.M. Wuketits (eds.). Dordrecht: Kluwer Academic, pp. 29-44.
- Hoyningen-Huene, P. (1992). On the Way to a Theory of Antireductionist Arguments. En *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*, A. Beckermann, H. Flohr. & J. J. Kim (eds.). Berlin: de Gruyter, pp. 289-301.
- Hoyningen-Huene, P. (1993). Zankapfel Reduktionismus. *Merkur* 47, pp. 399-409.
- Hoyningen-Huene, P. (1994a). Emergenz versus Reduktion. *Analyomen 1. Proceedings of the 1st Conference "Perspectives in Analytical Philosophy"*, G. Meggle & U. Wessels (eds.). Berlin: de Gruyter, S. 324-332.
- Hoyningen-Huene, P. (1994b). Zu Emergenz, Mikro- und Makrodetermination. En *Kausalität und Zurechnung. Über Verantwortung in komplexen kulturellen Prozessen*, W. Lübke (ed.). Berlin: de Gruyter, S. 165-195.

- Hoyningen-Huene, P. (1996). Supervenienz. En *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, Band 4, J. Mittelstraß (ed.). Stuttgart: Metzler, 1996, S.144-145.
- Hüttemann, A. (2004). *What's Wrong With Microphysicalism?*, London: Routledge.
- Kay, L.E. (1992). Quanta of Life: Atomic Physics and the Reincarnation of Phage. *History and Philosophy of the Life Sciences* 14, pp. 3-21.
- Kim, J. (1993). The Non-Reductivist's Troubles with Mental Causation. En: *Mental Causation*, J. Heil & A. Mele (eds.). Oxford: Clarendon, pp. 189-210.
- Kim, J. (1998). *Mind in a Physical World: An Essay on the Mind-Body Problem and Mental Causation*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Klee, R. (1984). Micro-Determinism and Concepts of Emergence. *Philosophy of Science* 51, pp. 44-63.
- Lorenz, K. (1973). *Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens*, München: Piper.
- Mayr, E. (1991). Ist die Biologie eine autonome Wissenschaft? En *Eine neue Philosophie der Biologie*, E. Mayr (ed.). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, pp. 16-35.
- Nagel, E. (1961). *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Nickles, T. (1973). Two Concepts of Intertheoretic Reduction. *Journal of Philosophy* 70, 1973, pp. 181-201.
- Oppenheim, P. & Putnam, H. (1958). The Unity of Science as a Working Hypothesis. En *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 2, Minneapolis: University of Minnesota Press, pp. 3-36.
- Primas, H. (1998). Emergence in Exact Natural Sciences. *Acta Polytechnica Scandinavica* 91, 1998, pp. 83-98.
- Putnam, H. (1975). Philosophy and Our Mental Life. En *Mind, Language, and Reality*. Philosophical Papers, Vol. 2, H. Putnam (ed.). Cambridge: Cambridge University Press, pp. 291-303.
- Scheibe, E. (1996). *Die Reduktion physikalischer Theorien. Ein Beitrag zur Einheit der Physik. Teil I: Grundlagen und elementare Theorie*, Berlin: Springer.
- Scheibe, E. (1999). *Die Reduktion physikalischer Theorien. Ein Beitrag zur Einheit der Physik. Teil II: Inkommensurabilität und Grenzfallreduktion*, Berlin: Springer.
- Sperry, R.W. (1980). Mind-Brain Interaction: Mentalism, Yes; Dualism, No. *Neuroscience* 5, 1980, pp. 195-206.
- Sperry, R.W. (1986). Discussion: Macro- versus Micro-Determinism. *Philosophy of Science* 53, pp. 265-270.
- Stephan, A. (1999). *Emergenz. Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*, Dresden: Dresden University Press.
- Wilson, E.O. (1975). *Sociobiology. The New Synthesis*, Cambridge: Belnap.

Wimsatt, W.C. (1976). Reductive Explanation: A Functional Account. En *PSA 1974 (Proceedings of the 1974 Biennial Meeting, Philosophy of Science Association)*, R.S. Cohen, C.A. Hooker, A.C. Michalos & J.W. van Evra (eds.). Dordrecht/Boston: Reidel, 1976, pp. 671-710.