

Perspectivas jerárquicas para pensar el metabolismo del capital

Eric Stefano Meyer Forbes, Université de Fribourg, Suiza (estudiante doctoral)

eric.meyer@unifr.ch

Resumen

El presente trabajo explora la relevancia de la “visión preanalítica” en la actividad científica. Específicamente, discute los posibles aportes de pensar la materialidad de la actividad económica en términos de metabolismo socio-natural y en términos de estructuras jerárquicamente organizadas. Sugiere la apertura de horizontes más amplios de preguntas a formular y procesos a analizar, particularmente en contraste con una comprensión reduccionista de la problemática. El artículo termina con un bosquejo de posibles estrategias investigativas del metabolismo socio-natural sugeridas por las visiones discutidas en términos de la trayectoria temporal de la explotación de recursos naturales.

Introducción

Es difícil no desesperarse cuando se observa la relación entre los retos existentes para orientar la sociedad planetaria en dirección de mayor sustentabilidad ecológica y la insignificancia de lo que ha sido alcanzado.

Semejante incapacidad colectiva hace sugerir no solo mala fe, visión cortoplacista y una mentalidad depredadora en las elites globales, sino también la existencia de una resistividad a cambios en las prácticas materiales sociales. Parece como si hay una lógica material empotrada en la sociedad contemporánea que actúa como campo de fuerza en contra de los cambios identificados como indispensables.

En el presente artículo buscamos contribuir modestamente a la comprensión de esta problemática sugiriendo la relevancia de dos tipos de “visiones preanalíticas” que podrían orientar el estudio de la problemática aludida: la materialidad de la sociedad pensada en términos de metabolismo (socio-natural), y la organización del proceso económico pensado como jerárquicamente estructurado. Después de introducir la noción de la visión preanalítica y su rol en el proceso científico introducimos las dos visiones mencionadas y discutimos las perspectivas que abren acerca del “metabolismo del capital”, o de la sociedad global capitalista. Finalmente intentamos mirar el problema de la extracción de recursos y de las concomitantes trayectorias de uso con la ayuda de las visiones mencionadas.

Estructuras conceptuales y el análisis del metabolismo del capital

Estructuras conceptuales y el proceso científico

En principio, la ciencia aspira a descubrir aspectos del “mundo tal como es”. La práctica científica desarrolló a lo largo de su historia estrategias, tácticas y técnicas para reducir el impacto del “sujeto cognoscente” sobre los resultados de sus indagaciones, para “depurar” el objeto del conocimiento de la contaminación del sujeto. La objetividad pura del “dato” obtenida en la investigación aún representa - en su mayoría - el horizonte aspirado de la práctica científica.

La paradoja de este sentido común, presente tanto dentro como fuera del ámbito científico, consiste en que las ingeniosas estrategias para alcanzar la objetividad son necesariamente desarrolladas y puestos en marcha por los mismos sujetos que aspiran a la objetividad, y responden a ciertas ideas y concepciones sobre la naturaleza y criterios de evaluación de la misma objetividad. Esta es, sin lugar a duda, el producto de una elaboración subjetiva (y social).

Difícilmente pueda haber desacuerdo sobre esta descripción básica del proceso científico como “actividad”. Estos surgen en el momento en evaluar el resultado. ¿Realmente es posible remover los remanentes del trabajo científico, la “subjetividad” del cientista, para quedar con la objetividad pura, como se remueve un andamio de una construcción o un catalizador de una sustancia química?

Esta imagen intuitiva de una aprehensión “no subjetiva” de aspectos de la realidad objetiva ha recibido golpes en varios planos. La parte activa del sujeto cognoscente - construcción en vez de recepción - del conocimiento ha sido enfatizado insistentemente en ciertos campos de la filosofía, p.ej. en el idealismo alemán (p.ej. Kant y Hegel). Más importante, quizás, es la introducción de una reflexividad en las ciencias: desde el estudio del proceso de aprendizaje y comprensión (p.ej. Piaget) hasta los estudios empíricos de la práctica científica con una visión histórica (p.ej. Kuhn) o antropológico (p.ej. Latour), la ciencia se torna sobre sí misma y estudia sus condiciones y posibilidades. Ese estudio científico de la actividad científica (como práctica social e histórica) ha desvelado la presencia de la subjetividad (social) en la construcción de la objetividad científica en múltiples planos: desde las estructuras lógicas fundamentales que organizan los “datos” hasta los procesos sociales que definen las “fracciones de la realidad” dignas de ser investigadas y definen lo que debe considerarse como “prueba válida”.

No es de sorprenderse que esta problemática resalta en el análisis histórico de una ciencia. En el campo de la economía política es quizás el concepto de la “Visión preanalítica” desarrollado por Schumpeter en su monumental *History of Economic Analysis* Schumpeter (1954) que llegó a mayor prominencia. La “visión” es un “acto cognitivo preanalítico” que permite “visualizar un conjunto definido de fenómenos coherentes como objeto digno de nuestros esfuerzos analíticos” (pp. 38/39). En principio, esta visión

puede situarse en varios planos de la estructura conceptual. Schumpeter usa el impacto de la Teoría General de Keynes sobre los quehaceres científicos en la década siguiente a su publicación como ejemplo de la irrupción de una nueva visión preanalítica en la ciencia económica. Podemos encontrar otras distinciones en su obra, p.ej. la diferencia entre “análisis real” vs. “análisis monetario” (pp. 265 ss) , o la distinción entre una “teoría monetaria del crédito” y una “teoría crediticia del dinero” (p. 686).

La “visión preanalítica” puede situarse en distintos planos del proceso cognitivo. Puede tomar la forma de un marco interpretativo del tipo “Gestalt” que da “coherencia” o sentido a los datos observados, organizándoles de una determinada forma, p.ej. cuando se piensa una situación en términos de “economía de mercado” o de “modo de producción capitalista”, o en el sentido keynesiano de “economía monetaria de producción”. Pero también puede situarse a un nivel lógico más fundamental, p.ej. cuando selecciona el tipo de “entidades” que son objetivos legítimos de la ciencia, o el tipo de relaciones (p.ej. causales) que son admitidos. Así, por ejemplo, es la visión “mecanicista” y “aritmomórfica” que dificulta, a los ojos de Georgescu-Roegen, la apreciación de la importancia de la ley de entropía por la ciencia económica establecida (1971). Dow (1998) presenta una interpretación “metodológica” de las diferentes escuelas (macro) económicos en un sentido similar al de la visión aquí discutida.

¿Significa esa “presencia” del sujeto cognoscente en el objeto estudiado el colapso necesario de la ciencia y su búsqueda de la objetividad? Eso fuese el caso si la ciencia no es capaz de reconocer el momento subjetivo como necesario al emprendimiento científico y transformar la noción ingenua de objetividad en una que es capaz de incorporar la dimensión activa, práctica del proceso científico y a la vez la dimensión “objetiva” (socialmente determinado, producto de una historia de pensamiento heredado etc..) del mismo sujeto. Es necesario entonces tener una dimensión de “reflexividad” en el proceso científica. Esa “autoconciencia” de la unidad y diferencia entre sujeto y objeto, y del proceso transformativo del encuentro entre ambos momentos debe conducir a un rechazo de afirmaciones dogmáticas sobre “la naturaleza del objeto” y hacia caminos de mayor humildad en el acercamiento a la realidad estudiada, sin por eso liquidar la aspiración de una comprensión profunda de la realidad, más allá del conocimiento instrumental necesario para la manipulación exitosa (ver Horkheimer and Adorno 1971)

Debemos incorporar este entrelazamiento del momento subjetivo y objetivo en nuestras estrategias y prácticas de investigación si queremos hacer justicia al mundo existente. La conciencia de esta problemática debería conducir a visiones “abiertas”, flexibles, más adaptables de investigación en la cual la negación, la crítica de formas dogmáticas y sus contradicciones predomina sobre al afirmación

de un modelo fijo. Bachelard condensa de la siguiente forma esta lógica cuando habla del desarrollo del análisis del átomo: “Diríamos de buen grado que el átomo es exactamente la suma de las críticas a las que su imagen primaria ha sido sometida” (Bachelard 1966, p. 139).

Si en las siguientes líneas se habla de una “visión preanalítica” para el estudio del “metabolismo del capital” será de concebirla no como un esquema fijo que se presenta como verdad establecida y que puede ser aplicado sino más bien como heurística potencialmente útil que abre horizontes para percibir preguntas, relaciones y procesos potencialmente relevantes que son eclipsados por visiones predominantes en el estudio de la economía (y, por extensión, del metabolismo del capital). El hecho de que nos inspiramos en el lado de la ecología no elimina la necesidad de articular esta heurística “importada” con críticas (inmanentes) al pensamiento económico dominante (algo que desbordaría los alcances de este artículo).

La conceptualización del metabolismo del capital

Una estrategia para hacer frente al carácter necesariamente restrictivo de una determinada visión preanalítica (lo que es la contrapartida necesaria de su naturaleza facilitadora: permite ver porque orienta/restringe la mirada) ha sido la incorporación/adaptaciones fragmentarias o completo de visiones preanalíticas y estructuras conceptuales de otros campos científicos. Asemajándose a la transferencia genética lateral entre organismos alejados entre sí en el árbol de la vida, fragmentos de una visión son incorporados en ciencias distintas a aquella donde originó “visión” (p.ej. aquí lo estamos haciendo en la forma de una analogía entre procesos microbiológicos y procesos en el campo de las ciencias como práctica social).

Muy notable y discutida frecuentemente es la apropiación por parte de la ciencia económica de visiones, componentes de visiones, estructuras matemáticas etc. de la física (Mirowski 1989), desde el objetivo de Walras de emular la mecánica clásica en la construcción de su equilibrio general (Ingrao e Israel 1990) hasta la emergencia de una subdisciplina “Econofísica” que promete una “cura” de física contemporáneo a los problemas resultante de la aplicación de la física de antaño.

Un poco menos discutida es la circulación bidireccional entre la economía y la biología, especialmente la ecología. Darwin reconoció la inspiración encontrada en la lectura de Malthus para el desarrollo de la teoría de la evolución (Mokyr 2006, p. 1007), hay manuales de Ecología y visiones globales de la ecología que llevan “economía” en el subtítulo (Relyea y Ricklefs 2018; Vermeij 2004), y no es extraño encontrar relatos sobre cangrejos que optimizan su comportamiento de forma tan “económica” que podría formar parte sin dificultad de una familia de Gary Becker (Davies, Krebs, y West 2014). A

su vez, el concepto de evolución retornó a la economía, primero como ausencia y reclamo (Veblen 1898, ignorando la dimensión evolutiva en el pensamiento de Marx y en las fuentes de su pensamiento), después como promesa y trabajo en curso en forma de la “Economía Evolutiva”.

En el presente trabajo, vamos a hacer uso de dos “segmentos” de visiones que circulan con cierta facilidad (y, presumiblemente, fecundidad) entre las ciencias de la vida en general, y la de la sociedad, específicamente en sus procesos económicos. Siguiendo la lógica crítica brevemente desarrollado más arriba, proponemos esta circulación conceptual interdisciplinaria no como la incorporación de una visión “correcta” y acabada sino como insumo en el proceso de la “filosofía del no” de la crítica inmanente, como aperturas a ciertos horizontes que permiten, posiblemente, avanzar en la crítica de las perspectivas predominantes económicas. En esta sección introducimos brevemente la noción del “metabolismo (social)” como manera de concebir la materialidad del proceso económico, antes de plantear el problema de la organización jerárquica de la realidad y su potencial como “visión estructural” para el análisis de nuestro problema.

La noción de metabolismo fue acuñado al inicio del siglo XIX (en su forma alemana: Stoffwechsel - intercambio de materia), aparentemente por el químico alemán Sigwart en 1815 (Yan et al. 2020, p. 4) y comenzó a ser usado también en términos del análisis de la materialidad del proceso de reproducción de las sociedades humanas. Marx usa el concepto de Stoffwechel en El Capital para describir tanto la materialidad genérica de la actividad humana (“Como creadora de valores de uso, en cuanto trabajo útil, el trabajo es una condición de existencia del ser humano, independientemente de las formas sociales, una necesidad natural eterna para mediar el metabolismo entre hombre y naturaleza, es decir mediar la vida humana” Marx 1987, p. 74, traducción nuestra) como la dimensión material del intercambio de mercancías (p. 136). El concepto de metabolismo permite a Marx entonces relacionar “lo genérico” (lo que es común a todas las sociedades, la necesidad de entrar, mediante el trabajo tomado como actividad útil, concreta) con lo específico del intercambio de mercancías (y de la acumulación de capital), la forma social específica a través la cuál ese proceso de relación “hombre (o sociedad) - naturaleza” es mediado (organizado). Esa mediación social del metabolismo entre hombre y naturaleza va a imprimir una “lógica propia” que puede ser irracional desde una perspectiva de la coherencia del metabolismo (de su sustentabilidad, podríamos decir hoy): “Y todo progreso en la agricultura capitalista no es solo un progreso en el arte para robar al trabajador, sino también para robar al suelo; cada progreso en el aumento de su fertilidad para un tiempo determinado es a la vez un progreso en la ruina de la durabilidad de la fuente de esa fertilidad” (p. 482, traducción nuestra).

La noción del metabolismo continuó su trayectoria principalmente en el análisis de procesos celulares, sin limitarse a ese nivel de la organización de la vida. La idea de la relevancia del análisis de la materialidad de una sociedad en términos de los procesos que reproducen la vida colectiva: el intercambio de energía y materia en el seno de la sociedad y entre esta y su “entorno”, así como las indagaciones acerca de los determinantes y las transformaciones de estos procesos materiales, fue retomado múltiples veces desde el uso de la noción por Marx (ver Yan et al. 2020) para una historia concisa de la aplicación del concepto en el sentido de los procesos energéticos y materiales socio-naturales). La noción fue formalizada en diferentes sentidos y bajo diferentes siglas, y presenta ahora el eje articulador de una parte sustancial del análisis de los procesos de interacción socio-naturales. Para una comparación de diferentes formalizaciones puede consultarse (Yan et al. 2020, Gerber y Scheidel 2018), y para un intento de traducción de las diferentes formalizaciones en una general (Pauliuk, Majeau-Bettez, y Müller 2015). Existen varias exposiciones recientes con extensión de libro, entre ellos: Baccini y Brunner (2012), Giampietro, Mayumi, y Sorman (2011), González de Molina y Toledo (2014).

Para nuestro objetivo, la noción de metabolismo promete ser una visión preanalítica fértil (el hecho de que hay formalizaciones y quizás elementos teóricos en las investigaciones de metabolismo no impide que sea principalmente una “visión” que abre - y cierra - la mirada en ciertas direcciones). Particularmente, permite una crítica al “formalismo” en el análisis social, es decir a un análisis que se limita a las relaciones formales, tentación tanto más grande que las sociedades modernas, organizados sustancialmente a través del intercambio de mercancías (y estructuras monetarias y de capital asociadas) presentan su “esencialidad” en ese plano formal (hay quienes argumentan que ese formalismo “real” es el origen del formalismo en el pensamiento, inclusive científico (Sohn-Rethel 2020)). Así mismo contribuye a esquivar la trampa de reducir la heterogeneidad material del proceso de reproducción social a una única dimensión (p.ej. todo es “energía”). Y finalmente permite enfrentar las visiones agregadas porque ofrece posibilidades de *scaling* a la medida de la problemática analizada (Giampietro, Mayumi, y Sorman 2011).

La perspectiva jerárquica y el proceso económico

Las jerarquías en el pensamiento ecológico

En un plano de “afinidad electiva” con la noción del metabolismo podemos encontrar una visión preanalítica que concierne la estructura organizativa “potencial” del problema analizado. Nuevamente, la contribución de esta visión consiste en abrir horizontes, visibilizar posibles relaciones, procesos,

causalidades. No es una afirmación *a priori* de cierta estructura del “segmento de realidad” en cuestión, sino el delineamiento de potencialidades que pueden complementar el proceso de crítica interna. La noción que nos interesa aquí es la de una estructura “jerárquica” de la realidad.

Nuevamente estamos en presencia de una circulación enriquecedora de nociones/estructuras conceptuales entre varias disciplinas científicas y ámbitos de la realidad. Jerarquía, así como las nociones afines como “ley” y “organización” parecen originarse en la experiencia social propia de sociedades jerárquicas/de castas o clases antes de ser usado para pensar las regularidades del mundo natural. Concretamente, la idea de jerarquía sugiere que la realidad (o aspectos de esta) es (potencialmente) estructurada de forma jerárquica, con diferentes “niveles” horizontales que organizan los procesos “por capas”. La idea central consiste en diferenciar cualitativamente entre las relaciones y procesos existentes “en un nivel” (entre entidades que pertenecen en cierto sentido a un mismo tipo - horizontales) y aquellos que actúan entre entidades de diferentes niveles (o entre esos niveles en cuanto tales).

La idea de una estructuración jerárquica (o de “multiniveles”, que sería otra forma de expresar la misma problemática) cayó en suelo fértil en muchos campos, desde osados emprendimientos en el espíritu de una potencial “teoría general de sistemas” (p.ej. Simon 1962, Koestler 1979) hacia aplicaciones en un variado campo de disciplinas y problemas temáticas. Su recepción ha sido menos amplia en campos donde estrategias “reduccionistas” de explicar un determinado fenómeno exclusivamente a partir de las propiedades de las partes constitutivas han sido más exitosas como la física (pero ver Laughlin 2005, Ellis 2016) y más generalizada en campos donde esa visión reduccionista no resultó fértil (o donde una ciencia buscó establecer su autonomía justamente en defensa de las aspiraciones “imperialistas” físicas, como en la biología). La biología, p.ej. se organiza fundamentalmente según una estructura jerárquica que va desde los niveles intracelulares (biología molecular) hasta los ecosistemas (y el nivel de la biósfera) (Bunge 2004, p. 56).

En las siguientes secciones vamos a discutir el tipo de desarrollo que la noción de jerarquía vivió en su pasaje por la biología y analizar la utilidad de estas ideas para estructurar el análisis social (en nuestro caso, el metabolismo socio-natural y sus determinantes y tendencias). Vamos a analizar dos tipos elementales de jerarquía presentes en la literatura biológica jerárquica o “de multiniveles” y explorar sus potenciales para organizar nuestra mirada - nuevamente no como estructura definitiva sino como horizonte para alimentar el proceso de crítica de teorías existentes.

Para nosotros, un elemento central va a ser la “posibilidad” de pensar una realidad sin pretender que es “homogénea” y cerrada en un único nivel (o donde el único tipo de relación existentes entre las partes y el todo es la “agregación” ex post). Considerando la existencia de perspectivas “holistas” con el enfoque en “la economía como un todo”, la perspectiva jerárquica abre el horizonte más allá del dualismo entre lo micro y lo macro hacia una estructura potencial más compleja. Por supuesto, la fertilidad de esta visión y su compatibilidad con la noción del metabolismo social tendrá que mostrarse concretamente.

Las jerarquías de “composición”

Comencemos con la jerarquía más frecuentemente encontrada en la literatura “sistémica”: es la jerarquía de “escala”, de entidades que se relacionan como muñecas rusas, donde los niveles son imbricados (*nestedness*). La llamaremos, siguiendo a Salthe (2012, p. 356), con el nombre de jerarquía “de composición” (o composicional) donde el “todo” contiene sus “partes”, a reiteradas escalas. Es usada muy frecuentemente en la literatura biológica (va desde el átomo, pasando por moléculas, células, tejidos etc. hasta ecosistemas) y en visiones más globales sobre la estructura de la realidad donde puede ir desde el Quarks hasta los “estados geopolíticos” (Volk 2017).

La idea fundamental es que la realidad (o ciertos aspectos de la mismo) son verticalmente estratificados y que los niveles inferiores son “componentes” del siguiente nivel superior (para representaciones gráficas: Koestler 1979, p 27; Temkin y Serrelli 2016, p 23; Nielsen 2020, pp. 84 ss, entre otros). Así, por ejemplo, tenemos los tejidos que forma parte / constituyen un órgano, y que son a la vez constituidos por células. El principio básico es que las relaciones y procesos que tienen lugar en un determinado campo de la realidad son estructurados según la jerarquía analizada. Así, la relación que entretienen los tejidos en cuanto tales entre sí son diferentes (tanto en su naturaleza como en su intensidad material/energética como en su frecuencia, y también en los mecanismos comunicativos) a las que existen entre un tejido particular y las células que lo constituyen, así como entre el tejido y el órgano de cuál forma parte (al cual constituye en conjunto con otros órganos).

Una aparente paradoja del esquema salta a la vista: ¿cómo es posible que un tejido entretenga relaciones diferentes con otros tejidos al que entretiene con el órgano que es, al final, un compuesto de tejidos? Esa estructuración de relaciones, que conlleva la posibilidad de emergencia de nuevas entidades, es que es excluida en la visión preanalítica reduccionista que considera que cualquier entidad “aparente” es, al final de contas, “*nothing but*” (nada más que) Koestler (1979), p. 25 sus componentes.

El punto de fuga de la utopía reduccionista es explicar el mundo entero a partir de las partículas elementales.

La visión jerárquica defiende la idea de que los niveles superiores “existen” en un sentido enfático, con derecho propio. Un objetivo central del análisis desde la visión de la jerarquía composicional consiste en poder explicar “cómo” un determinado nivel es “más” que “la simple suma” de sus componentes, como “emerge” de ellos.

Esta explicación depende, por supuesto, de las entidades concretamente analizados. Lo que hace parte de la visión jerárquica es la idea de que existe una heterogeneidad de relaciones, procesos (materiales/energéticos e informacionales) que no es aleatoria, sino organizada/estructurada, y que esta estructura de las interacciones da lugar a la emergencia (en un sentido lógico, no evolutivo) de nuevas entidades compuestas. La entidad emergente es entonces un nuevo “todo” con relación a las entidades que, también son “todo” con respecto a sus componentes, se han convertido en “partes” ahora. Así, el órgano no es una suma, una simple aglomeración de tejidos, sino tejidos relacionados entre sí de determinada forma, con interacciones organizadas (flujos de energía/materia y procesos regulatorios, informacionales) que dan lugar a un funcionamiento colectivo en la forma de un órgano.

En cuanto tejido particular, el potencial del tejido es sometido a restricciones: es organizado, restringido, limitado. Su proceso interno (p.ej. la producción de nuevas células, y la organización de sus células en un determinado sentido, p.ej. para emprender la producción de una determinada sustancia) es regulado por el “órgano”, es decir por la organización colectiva “coherente” (una coherencia “funcional” producto de procesos evolutivos). En ese sentido, es objeto de una determinación por el “nivel superior” (“*top down*”) a la vez que restringe, limita lo que puede ser y hacer un órgano (el órgano no puede ser “más” de lo que sus tejidos logren hacer colectivamente).

Dependiendo del “sistema jerárquico” en cuestión, la naturaleza de los procesos organizativos, el tipo de relaciones “restrictivos” desde “arriba” y desde “abajo” hacia un determinado nivel puede variar. En un extremo, tendríamos lo que Bunge (2004, p. 21) llama una relación “modular” donde los componentes se relacionan por asociación (agregativa) donde los componentes no sufren transformación “interna”. Por el otro extremo tendríamos relaciones “integrales” donde los componentes son transformados por la misma combinación en la que se encuentran de forma que ya no pueden existir fuera de esta relación. Cualitativamente, el grado de integración en que se encuentran las partes va a afectar la profundidad de “novedad” (con respecto a un comportamiento no organizado), el tipo de causalidades “verticales” que puede ocurrir. La misma problemática se trataría en la tradición

del pensamiento dialéctico como la distinción entre una relación “interna” y una “externa” (Ollman y Smith 2008)

Para estudiar determinado fenómeno en la perspectiva jerárquica hay que concebirlo como perteneciente a un nivel específico de enfoque (*focal level*) que es parte de un “sistema triádico elemental” (Salthe 2012, p. 358) es decir que recibe restricciones de diferente nivel tanto de sus componentes (*bottom up*, “*initiating conditions*” en las palabras de Temkin y Serrelli (2016, p.23)), de la relación horizontal con otras entidades de su “nivel” y del nivel superior como restricciones de diferentes “intensidades” y “actuar” (Pattee y Rączaszek-Leonardi 2012, p. 97).

Los sistemas jerárquicos pueden ofrecer ciertos grados de libertad entre niveles: hay una cierta indiferencia en cuanto a sus componentes “materiales” (es decir, del nivel inferior) de una entidad organizada: un órgano sigue siendo el mismo, aunque algunas células y fragmentos de tejidos hayan muerto. La organización superior (p.ej. en la forma de un bucle autocatalítico, (Ulanowicz 1997; Kauffman 2019) presenta una relativa indiferencia (y, por ende: resiliencia) con respecto a sus componentes particulares, estos reciben el impacto de la determinación “desde arriba” a menudo en forma “colectiva” afectando su comportamiento colectivo, pero no individual.

La visión jerárquica también abre la posibilidad para reconceptualizar el objetivo del proceso cognitivo. El imaginario “determinista” de causalidad ceda a una visión de una multiplicidad de causas simultáneamente presentes (a menudo con referencias a las cuatro causalidades aristotélicas y la noción de que se trata de analizar “propensiones” en vez de determinaciones fijas (p.ej. Ulanowicz 1997))

Otra consecuencia del derrocamiento del reduccionismo como única “meta visión” científica es la visibilidad de la necesidad de disponer de diferentes marcos conceptuales a diferentes niveles de la jerarquía estudiada: en la medida en que los objetos no se agregan simplemente sino se integran, el nivel superior es “otra entidad” y similitudes formales (p.ej., en el caso de la economía, sumas monetarias a nivel global como a nivel individual) no deben engañarnos de que son fenómenos autónomos que necesitan conceptos y teorías propias.

¿Qué pistas ofrece la visión preanalítica combinada entre metabolismo y estructura jerárquica composicional? Algunas pistas que podrían ser explorados:

- El metabolismo socio-natural debe pensarse como el intercambio de materia y energía entre la sociedad y la naturaleza, y al interior de la sociedad misma. Esos flujos son “organizados” a diferentes escalas desde el nivel personal hasta el nivel de la sociedad global en su conjunto.

Los diferentes niveles interactúan entre ellos en varias direcciones. A diferencia de la visión reduccionista que explica p.ej. la insustentabilidad de las sociedades actuales a partir de comportamientos individuales supuestamente autónomas (y “responsabiliza” las personas de procesos sociales), la visión preanalítica orienta la mirada en el conjunto de niveles existentes donde procesos sociales organizan los metabolismos “a este nivel” (lo que implica impactar los niveles inferiores y superiores). Podemos ver entonces como lógicas organizativas de diferentes tipos interactúan para dar lugar a la realidad observada.

- Como consecuencia de eso, podemos desarrollar estrategias más sofisticadas para hacer frente a la crisis material de la sociedad capitalista global. En particular, la existencia de causalidades “top down” que actúa sobre el conjunto, pero no sobre cada elemento en particular, hace sugerir la ineficacia de apuntar a un cambio por medio de “concientización individual” porque las mejoras “individuales” simplemente transforman las condiciones para los demás dando lugar al nivel agregado a una situación compatible con la determinación del siguiente nivel (p.ej. mediante efectos de precio que socaban objetivo original, al estilo de las paradojas de Jevons)
- Como veremos más adelante en el ejemplo tratado un poco más extensivamente, el nivel global es fundamental, y debes ser atacado en cuanto tal (de una forma similar, y con retos aún más difíciles, como fue la reorganización del sistema monetario internacional a la salida de la segunda guerra mundial).
- La relativa indiferencia de un nivel con respecto a la configuración “particular” de sus componentes mantiene la posibilidad para una política orientada a las necesidades más acentuadas: si al nivel de un ecosistema un cierto metabolismo global con la sociedad resulta viable, eso no afecta la forma de la distribución concreta de este volumen viable, lo que mantiene el campo abierto para afectar la situación concreta de personas, familias, municipios específicos según situaciones particulares.
- La misma “flexibilidad relativa” entre niveles también permite una gestión estratégica: no es necesario planificar y regular cada metabolismo particular, es suficientemente definir colectivamente las restricciones a ciertos niveles y permitir procesos de autoorganización mercantiles. Planificación y mercados “nuevamente encastrados” (al estilo de Karl Polanyi) pueden ser viables, estrategias de ruptura pueden articularse con reformas más parciales.
- La diferencia entre la naturaleza de las entidades de diferentes niveles (a pesar de ser “compuestos” en cascada) implica la necesidad de desarrollar cuadros conceptuales específicas para analizar cada nivel tomado como nivel focal y su relación con los niveles superiores e inferiores. En particular, en el campo del estudio del capital y su organización (y su “organizar”

del metabolismo) a diferentes niveles, debe recusarse la tentación de usar a diferentes niveles los conceptos sin diferenciarlos, solo por “formalmente” pertenecen a la misma dimensión (p.ej. capitales “agregadas” a nivel social son esencialmente otra cosa de capitales individuales, aunque son formalmente homogéneos en su dimensión monetaria)

Las jerarquías de “subsunción”

El segundo tipo de jerarquía no es de “composición” (o de cascada de relaciones entre todo y partes) sino “de subsunción” Salthe (2012, p. 356; basamos nuestra exposición largamente en ese artículo). Se trata de jerarquías en el sentido de “lo general/genérico”- lo específico. Tiene una relevancia especial en procesos históricos o de evolución (piénsese la organización en linajes genealógicas, juega un rol central en las perspectivas de evolución a múltiples niveles (Allen and Starr 2017, Eldredge 1985, Eldredge et al. 2016) pero también nos ayuda pensar las relaciones entre ciencias y sus campos de aplicación. Aquí, el énfasis es en la entidad más específica y su relación con los niveles más generales subyacentes. La variedad entre las posibles relaciones del tipo “general”- “específico” vuelve una discusión general de esta jerarquía más problemática, dependerá de cada tipo específico la relación entre lo general y lo específico... Un problema es si lo “general” (o genérico) es una entidad real en el mismo sentido de que lo es la especie (lo que nos conecta con los debates sobre la naturaleza de los “universales” de la escolástica europea). Por ejemplo, ¿qué tipos de entidades son, y que relación entretienen entre si el “capitalismo”, “capitalismo periférico”, “el capitalismo periférico extraccionista de regulación estatal” etc.? Está claro que necesitamos conceptos generales para comprender entidades específicas, pero la naturaleza de estos conceptos mismos no está necesariamente claro.

La relación entre una especie y su género es necesariamente una de especificación, en el sentido en “dar una forma más elaborada, más formada” a partir de las potencialidades latentes en la entidad más general. Esto es el caso en un linaje evolutivo, donde las diferentes especies son “materializaciones” de los potenciales latentes presentes en el “género” (en este caso, el género es la expresión de un origen común en el árbol genealógico). Por supuesto, las especies existentes no agotan las potencialidades del género que son, en general, muy amplios por simples razones combinatorios, lo que ya socaba el análisis de problemáticas evolutivas con un enfoque determinista (Kauffman 2019). Así mismo, a partir de una especie puede darse un proceso adicional de especificación. En ese caso, la anterior especie se transforma en un nuevo género donde sus potenciales, y por ende un subconjunto de los potenciales del anterior género son explorados (lo que muestra que estos son términos relacionales, y no absolutos).

De forma similar se da un proceso de “especificación” en el campo de las ciencias (que corresponden, por otro lado, al análisis de entidades jerárquicamente organizados en el plano compositivo): La física estudia el conjunto de las propiedades de la materia, dentro de cuál la física profundiza y desarrolla el potencial latente en una dirección (de las estructuras y procesos a determinada escala), mientras que la biología estudia procesos químicos que desarrollaron en una determinada dirección, con procesos de auto reproducción, metabolismos etc. (“vida”), mientras que la etología, la sociología, la ciencia política, la filosofía etc. etc. son ciencias específicas que estudian ciertos procesos con propiedades emergentes que significan actualizaciones en ciertas direcciones de potencialidades latentes “en la materia”, en secuencia de cascadas de especificación. (pero rosen. biología más general por que muestra amplitud de posibles modos de ser de la materia cuando “física” de materia muerta solo un conjunto muy limitado de potencialidades.)

La distinción entre la jerarquía de composición y la jerarquía de subsunción es fundamental, la relación “parte-todo” y a la relación “general/genero -especie” es fundamental (ver también Bunge 2004). Sin embargo, puede que ambos tipos de jerarquía estén presentes en una problemática estudia particular. Así p.ej. es posible que el desarrollo evolutivo (proceso de especificación) de lugar a la emergencia de un nivel adicional de “contención”, así p.ej. con la emergencia del estado que “totaliza” relaciones al interior suyo y establece nuevas relaciones, derivando de su interacción con otros estados en el marco del sistema global. Similarmente, a menudo la “especificación” implica la transformación de la estructura “compositivo” existente, la “resituación” de un elemento en otro contexto transformándole de esta manera. (ver Pattee y Rączaszek-Leonardi (2012, p. 95) sobre la transformación del elemento en diferentes estructuras organizativos).

¿Qué puede contribuir esta noción de jerarquía de subsunción al estudio del metabolismo capitalista y los problemas de la sustentabilidad material de las sociedades actuales? Vemos dos ejes principales.

- En primer lugar, mantiene nuestra atención a no confundir niveles de genericidad y especificidad, y reflexionar con mayor precisión sobre la relación entre ambos. Ya Marx criticaba los economistas burgueses de querer derivar algo específico (el capital) de algo genérico (un medio de producción, un instrumento de trabajo etc.), y la situación no ha hecho sino empeorar cuando se busca derivar equilibrios económicos Inter temporales de agentes “genéricos” con estructuras de preferencias detallados pero fuera de determinación social e histórico (ver Levin (1997) sobre la importancia de la noción de especificidad en el análisis del modo de producción capitalista).

- En segundo lugar, nos plantea el problema de la relación entre estructuras “más generales” y “más específicas” determinantes / limitantes del proceso económico. Si una de las críticas al tratamiento “tradicional” del problema de la materialidad del proceso económico (su relación con la naturaleza) es que no tiene la capacidad de ir más allá de una relación externa entre “organización social, formal” y “materialidad” (trata la naturaleza como “externa”, los problemas como “externalidades” o como problemas de “recursos” sin comprender el proceso económico mismo como un proceso material), entonces el reto para el análisis del “metabolismo del capital” consiste en tener un marco conceptual que permite tener la materialidad presente a cada paso, y con sus diferentes niveles de especificaciones. *The entropy law and the economic process* de Nicholas Georgescu-Roegen (1971) jugó un papel tan importante en la constitución de la Economía Ecológica al insistir que la visión mecanicista predominante en la ciencia económica oculta la realidad de que el proceso económico no solamente es una especificación de una realidad física “mecánica” (en el sentido que debe acomodarse a las leyes de esta física), sino más específicamente es una especificación de una realidad “entrópica” (que es en sí una especificación de la física en general). Este proceso de especificación debería empujarse aún más adelante y considerar que la economía es un tipo de organización de vida colectiva, la organización de un ecosistema específico (que actualiza y especifica los potenciales latentes de los ecosistemas en general, que a su vez especifican “procesos vitales” que a su vez...). ¿Qué implicaciones tiene eso para pensar el metabolismo del capital, como forma concreta, específica de organizar un ecosistema específico, que se inscribe necesariamente en los límites y potencialidades del conjunto de los niveles más generales subyacentes?

Antes de acercarnos a un problema específico del “metabolismo del capital”, reiteramos la insistencia en el momento “negativo” de las visiones aquí discutidas. No se trata de una estructura en la que debemos forzar cualquier situación y “llenar todas las casillas” en un espíritu arquitectónico (No logro identificar la cita, pero recuerdo esta figura en algún texto de Adorno discutiendo el esquema de las categorías fundamentales del pensamiento en Kant). Allen y Hoekstra (2015) advierten ese riesgo de un esquema demasiado fijo en la literatura de biología y defienden una visión más flexible que también permite p.ej. la identificación de relaciones que “saltan un nivel” etc. De la misma forma, pensar en jerarquías no significa una valorización positiva de estas, una aspiración a una estructura armónica en la que cada cual encuentra su “lugar” y contribuye al funcionamiento del todo ocupando su papel. En principio, a cada nivel puede haber “resistencia” a ser subsumido, a ser despojado de su particularidad y ser sometido a la lógica del sistema de forma instrumental; al nivel humano eso ciertamente ocurra, y

las tensiones, resistencias, luchas, aspiraciones a transformar las organizaciones colectivas son una potente fuerza de la evolución histórica, a múltiples niveles. Pero a la vez es un correctivo a las visiones libertarias ingenuas que aspiran a liberar “el individuo” de la opresión del colectivo/de la sociedad sin comprender que no existe individuo fuera de la sociedad, y no hay posibilidad de libertad fuera de ella (*der Mensch als Gattungswesen*: el humano como ser genérico, Marx)

El *throughput* de recursos naturales desde una visión jerárquica del metabolismo

Esbozamos brevemente las líneas que una visión jerárquica del metabolismo socio-natural (en su forma específica capitalista) sugiere en el marco de la problemática del *throughput* de recursos naturales (extracción de recursos de baja entropía, uso/degradación de los recursos, expulsión de los desechos de entropía alta).

La noción de metabolismo orienta nuestra mirada hacia el proceso de apropiación de materia y energía “usable” (de “calidad suficiente” que permite su uso, es decir de baja entropía) por parte de la entidad del nivel focal, la circulación de estos materiales y elementos transformados, el uso para poner en marcha proceso de trabajo, construir y reconstruir estructuras que mantienen este potencial, reproducirse, transformar la realidad para facilitar la extracción y el uso de recursos en un momento subsiguiente, etc. ¿Qué determina estos procesos? ¿cómo comprendemos la expansión secular del uso de energía y materia por parte de las sociedades humanas, y las dificultades de cambiar la composición y magnitud de estos flujos (p.ej. para descarbonizar las fuentes de energía)?

La visión “jerárquica” en su forma “de subsunción” nos sugiere en primer lugar pensar el problema como específico, la concretización de potenciales latentes generales que tiene una historia y determinaciones concretas que le dieron lugar, apartándonos entonces de explicaciones derivadas de supuestos caracteres de los seres humanos. La jerarquía composicional por su parte nos sugiere que la “totalidad” en su conjunto y sus propiedades es el resultado de cascadas de determinaciones tanto desde abajo como hacia arriba, y que el estudio de relaciones entre niveles (de restricción) permitiría comprender determinaciones de comportamientos a diferentes niveles como comportamientos “organizados” a múltiples escalas.

En este caso, reflexionamos sobre el carácter capitalista del metabolismo socio-natural. Eso puede implicar muchas cosas, pero una dimensión “general” de este modo de (re)producción y acumulación específica consiste en la organización “inconsciente” del trabajo social (y entonces del metabolismo social, que es su contraparte), donde cierto tipo de coherencia se establece “detrás de las espaldas” (Marx 1987) de los agentes, a través de la mediación de “valor”. Este proceso toma la forma del

“reconocimiento” de la validez social del trabajo “concreto” (su reconcomiendo como trabajo social “abstracto) en el mercado (la venta exitosa es muestra de la validez social de un trabajo emprendido de forma autónoma e independiente). Esto en cuanto la dimensión general de las relaciones mercantiles, que son a la vez "enmarcados" en relaciones más específicas de capital. El mismo problema se repite, a un nivel superior: el capital está puesto en circulación de forma autónoma, independiente, y la validez social de su aplicación se mostrará en el hecho de que logre - o no- una tasa de retorno aceptable.

La estructura de producción capitalista está mediada de forma esencial por una estructura monetaria y estructuras de deuda que dan lugar a “*survival constraints*” (Mehrling 2017) que imprimen una nueva dimensionalidad (más específica, emergente) a la estructura capitalista subyacente. No solo se necesita alcanzar una tasa de retorno “aceptable” para “mantenerse en el negocio” sino también hay que cumplir con las obligaciones a tiempo, y en dinero. La estructura temporal de las obligaciones monetarias - generalmente, en lo que concierne agentes no estatales- garantizados por propiedades hipotecadas (Heinsohn y Steiger 2013, Gerber y Steppacher 2017)

Esto tiene implicaciones sobre los ritmos de extracción de los recursos y, como consecuencia, sobre las trayectorias de precios, los usos y la evolución de la infraestructura construida en “concordancia” con estos patrones metabólicos (tanto como sistemas de transporte, sistemas de producción, sistemas de consumo), en concordancia tanto en su compatibilidad con el perfil del metabolismo como en su orientación hacia la reproducción del mismo perfil.

Tenemos entonces a múltiples niveles entidades que tienen un perfil de obligaciones monetarias que definen su “supervivencia” económica (en el caso de estados naciones esa supervivencia se refiere a mantener la soberanía frente a las instituciones financieras nacionales e internacionales). Algunos de estos agentes tienen control en algún sentido sobre el acceso a recursos, ya sea porque otorgan derechos de explotación, ya sea porque detienen la propiedad de estos recursos. El ritmo de la explotación no se va a determinar en un sentido de una maximización del valor actual de la explotación de los recursos en el sentido de Hotelling (1931), sino por una trayectoria en la que la actualización de valores a múltiples niveles jerárquicas se entrelaza con la estructura temporal de la necesidad de liquidez para cumplir con la restricción de so de las obligaciones monetarias (y eventualmente, en el caso estatal, de exigencias de liquidez para la manutención del aparato estatal, satisfacer las exigencias de múltiples sectores de la sociedad, etc.).

Un análisis similar podría hacerse de lado de la demanda, donde la “absorción” de los recursos es fundamentalmente determinado por la estrategia de las entidades pertenecientes a diferentes niveles de

“mantenerse en el juego” de la reproducción y acumulación, manteniendo las condiciones técnicas y de infraestructura para mantener las capacidades productivas al nivel “socialmente válido” para poder mantenerse con la producción “particular” viable en el entramado productivo evolutivo.

Vemos que muy poco tiene que ver este proceso aquí solo superficialmente esbozado - con el objetivo de mostrar restricciones y determinaciones que ocurren a múltiples niveles - con los valores y las preferencias de los individuos que se encuentran, supuestamente, al origen de la crisis ecológica actual.

Conclusión

Las ciencias no pueden prescindir de una “visión preanalítica” que organice los datos, que permite enfocar la mirada, hace surgir preguntas nuevas. Esta visión, a la vez, restringe el campo de lo indagable. Reconocer este aspecto del proceso científico abre la posibilidad de desarrollar una práctica científica que no impone un esquema lógico al mundo analizado, sino que mantiene una apertura, flexibilidad para una mayor apertura hacia la realidad estudiada. Introducimos las nociones de metabolismo socio-natural y de estructuras jerárquicas como visiones preanalíticas provenientes de la biología que prometen posibilitar investigaciones relevantes de los problemas de la sustentabilidad material de la sociedad global contemporánea. Creemos que permiten estudiar la interacción entre múltiples procesos organizativos - capitalistas y obedeciendo también a otras lógicas, p.ej. del poder estatal- que tienen lugar a varios niveles de la organización de la vida social, en cuanto a sus implicaciones materiales. También abriría otro acercamiento, no discutido en este texto: cómo las restricciones materiales en sus múltiples dimensiones (mecánicas, entrópicas, biológicas y ecosistémicas) impone límites y orienta la organización formal de la sociedad misma. La articulación de ambos ejes podría contribuir a una perspectiva integral de la especificidad de la vida capitalista contemporánea global, tanto en términos de su materialidad como su organización social específica. Eso es, evidentemente, un proyecto científico colectivo.

Bibliografía

Allen, T. F. H., and T. W. Hoekstra. 2015. *Toward a Unified Ecology*. Second edition. Complexity in Ecological Systems Series. New York: Columbia University Press.

Allen, T. F. H., and Thomas B. Starr. 2017. *Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226489711.001.0001>.

Baccini, Peter, and Paul H. Brunner. 2012. *Metabolism of the Anthroposphere, Second Edition: Analysis, Evaluation, Design*. 2nd ed. Cambridge Mass: MIT Press.

Bachelard, Gaston. 1966. *La philosophie du non: essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*. Paris: Presses universitaires de France.

Bunge, Mario. 2004. *Emergence and Convergence: Qualitative Novelty and the Unity of Knowledge*. Toronto: University of Toronto Press. <https://doi.org/10.3138/9781442674356>.

Davies, Nicholas B., John R. Krebs, and Stuart A. West. 2014. *An introduction to behavioural ecology*. 4th ed. Oxford: Wiley-Blackwell.

Dow, Sheila C. 1998. *The Methodology of Macroeconomic Thought: A Conceptual Analysis of Schools of Thought in Economics*. Edward Elgar.

Eldredge, Niles. 1985. *Unfinished Synthesis: Biological Hierarchies and Modern Evolutionary Thought*. New York: Oxford University Press.

Eldredge, Niles, Telmo Pievani, Emanuele Serrelli, and Ilya Temkin. 2016. *Evolutionary Theory: A Hierarchical Perspective*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226426198.001.0001>.

Ellis, George. 2016. *How Can Physics Underlie the Mind? Top-Down Causation in the Human Context*. Berlin: Springer.

Georgescu-Roegen, Nicholas. 1971. *The Entropy law and the economic process*. Cambridge, Mass.; London: Harvard University Press.

Gerber, Julien-François, and Arnim Scheidel. 2018. "In Search of Substantive Economics: Comparing Today's Two Major Socio-Metabolic Approaches to the Economy – MEFA and MuSIASEM." *Ecological Economics* 144 (February): 186–94. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.012>.

Gerber, Julien-François, and Rolf Steppacher. 2017. "Basic Principles of Possession-Based Economies." *Anthropological Theory* 17 (2): 217–38. <https://doi.org/10.1177/1463499616686009>.

Giampietro, Mario, Kozo Mayumi, and Alevgül Sorman. 2011. *The Metabolic Pattern of Societies*. Abingdon, Oxon ; New York, NY: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203635926>.

González de Molina, Manuel, and Víctor M. Toledo. 2014. *The Social Metabolism*. Vol. 3. *Environmental History*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06358-4>.

Heinsohn, Gunnar, and Otto Steiger. 2013. *Ownership economics: on the foundations of interest, money, markets, business cycles and economic development*. London: Routledge.

Horkheimer, Max, and Theodor W. Adorno. 1971. *Dialektik der Aufklärung: philosophische Fragmente*. Bücher des Wissens. Frankfurt am Main, Germany: Fischer Taschenbuch Verlag.

Hotelling, Harold. 1931. "The Economics of Exhaustible Resources." *Journal of Political Economy* 39 (2): 137–75. <https://www.jstor.org/stable/1822328>.

Ingrao, Bruna, and Giorgio Israel. 1990. *The Invisible Hand: Economic Equilibrium in the History of Science*. Cambridge, Mass: The MIT Press.

Kauffman, Stuart A. 2019. *A World Beyond Physics: The Emergence and Evolution of Life*. New York, NY: Oxford University Press.

Koestler, Arthur. 1979. *Janus: a summing up*. London: Pan Books.

Laughlin, Robert B. 2005. *A Different Universe: Reinventing Physics from the Bottom down*. New York: Basic Books.

Levin, Pablo. 1997. *El capital tecnológico*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas.

Marx, Karl. 1987. *Das Kapital. Kritik Der Politischen Ökonomie. Erster Band, 1872*. De Gruyter Akademie Forschung. <https://doi.org/10.1515/9783050076515>.

Mehrling, Perry. 2017. "Financialization and Its Discontents." *Finance and Society* 3 (1): 1–10. <https://doi.org/10.2218/finsoc.v3i1.1935>.

Mirowski, Philip. 1989. *More Heat Than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics. Historical Perspectives on Modern Economics*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.

Mokyr, Joel, and Geerat J. Vermeij. 2006. "Economics and the Biologists: A Review of Geerat J. Vermeij's 'Nature: An Economic History'." *Journal of Economic Literature* 44 (4): 1005–13. <http://www.jstor.org/stable/30032393>.

Nielsen, Søren. 2020. *A New Ecology: Systems Perspective*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier.

Ollman, Bertell, and Tony Smith. 2008. *Dialectics for the new century*. Basingstoke [England]: Palgrave Macmillan. <http://catdir.loc.gov/catdir/enhancements/fy0812/2007051219-t.html>.

Pattee, Howard Hunt, and Joanna Rączaszek-Leonardi. 2012. *LAWS, LANGUAGE and LIFE*. Vol. 7. *Biosemiotics*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5161-3>.

Pauliuk, Stefan, Guillaume Majeau-Bettez, and Daniel B. Müller. 2015. “A General System Structure and Accounting Framework for Socioeconomic Metabolism: General System Structure for Society’s Metabolism.” *Journal of Industrial Ecology* 19 (5): 728–41. <https://doi.org/10.1111/jiec.12306>.

Relyea, Rick, and Robert E. Ricklefs. 2018. *Ecology: the economy of nature*. Eighth edition. New York, [Place of publication not identified]: W.H. Freeman and Company ; Macmillan Education.

Salthe, Stanley N. 2012. “Hierarchical Structures.” *Axiomathes* 22 (3): 355–83. <https://doi.org/10.1007/s10516-012-9185-0>.

Schumpeter, Joseph Alois. 1954. *History of Economic Analysis*. Edited by Elizabeth Boody Schumpeter. 2006 E-Book. Florence: Taylor & Francis. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/uqac-ebooks/detail.action?docID=256868>.

Simon, Herbert A. 1962. “The Architecture of Complexity.” *Proceedings of the American Philosophical Society* 106 (6): 467–82. <http://www.jstor.org/stable/985254>.

Sohn-Rethel, Alfred. 2020. *Intellectual and Manual Labour A Critique of Epistemology*. Leiden ; Boston: BRILL.

Temin, Ilya and Emanuele Serrelli. 2016. “Generalcal Hierarchical Systems.” 2016. In *Evolutionary Theory: A Hierarchical Perspective*, by Eldredge, Niles, Telmo Pievani, Emanuele Serrelli, and Ilya Temkin 19–28. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226426198.001.0001>.

Ulanowicz, Robert E. 1997. *Ecology, the ascendent perspective*. Complexity in ecological systems series. New York: Columbia University Press. http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc_library=BVB01&local_base=BVB01&doc_number=007844299&line_number=0001&func_code=DB_RECORDS&service_type=MEDIA.

Veblen, Thorstein. 1898. "Why Is Economics Not an Evolutionary Science?" *The Quarterly Journal of Economics* 12 (4): 373–97. <https://doi.org/10.2307/1882952>.

Vermeij, Geerat J. 2004. *Nature: An Economic History*. Princeton: Princeton University Press.

Volk, Tyler. 2017. *Quarks to Culture: How We Came to Be*. New York: Columbia University Press.

Yan, Ningyu, Gengyuan Liu, Maddalena Ripa, Ning Wang, Hongmei Zheng, and Francesco Gonella. 2020. "From Local to National Metabolism: A Review and a Scale-up Framework." *Ecosystem Health and Sustainability* 6 (1): 1839358. <https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1839358>.