

TRES DIMENSIONES DEL REDUCCIONISMO EN EL CONTEXTO DE LA TEORÍA METABÓLICA ECOLÓGICA

FEDERICO DI PASQUO
Universidad de Buenos Aires
GUILLERMO FOLGUERA
Universidad Católica de Chile

Abstract. In this investigation is analyzed the relationship between macroecology and other subdisciplines of ecology in epistemological, ontological and methodological dimensions. Our hypothesis is that it is possible to detect an ontological and epistemological reductive relationship. However, characteristics of this reduction are not clear and we consider that it is necessary to perform new analyses at future in this direction. Finally, we detect important methodological and ontological coincidences between macroecological and physiological subdisciplines.

Keywords: Epistemology, macroecology, methodology, ontology, subdisciplines.

1. Introducción

En los últimos dos siglos, la biología ha sufrido una notable expansión teórica que fue acompañada por la aparición y consolidación de diversas disciplinas y sub-disciplinas que proliferaron en su seno (biología molecular, genética, genética de poblaciones, macroecología, por sólo nombrar algunas de ellas). Inevitablemente, esta proliferación de nuevos campos disciplinares condujo a la coexistencia de marcos teóricos diferentes asociados a los fenómenos de la vida. De este modo, fueron estableciéndose en las últimas décadas relaciones complejas entre algunas de las sub-disciplinas, ofreciendo así un desafío importante para la comprensión de escenarios de gran riqueza filosófica (Folguera *et al.* 2007; Folguera 2008).

En este trabajo se analizará un escenario de origen reciente que es el protagonizado por la macroecología y un conjunto de sub-disciplinas que forman parte de la ecología actual, tales como la ecología de poblaciones o la ecología de comunidades y de ecosistemas. De esta manera, se propone indagar acerca de las características de dicha relación en sus dimensiones teóricas, ontológicas y metodológicas. Con este fin, el trabajo es organizado en tres secciones claramente delimitadas. En primer lugar, se presentarán brevemente algunas de las propuestas acerca de los diferentes tipos de reduccionismo que se han dado en el seno de la filosofía de la biología. En una segunda instancia, se hace una breve mención del marco teórico analizado en

Principia 13(1): 51–65 (2009).

Published by NEL — Epistemology and Logic Research Group, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Brazil.

el contexto de la macroecología. En la tercera parte, constituyendo el eje central de este trabajo, se estudiarán las relaciones que se han dado entre ambos conjuntos de saberes en las dimensiones teórica, metodológica y ontológica. Finalmente, se presentará un breve análisis integrador mencionado las conclusiones generales de esta relación entre subdisciplinas.

2. Sobre tres dimensiones del reduccionismo

Sin necesidad que reciba una presentación, la relación de reducción ha despertado un gran interés entre los epistemólogos y entre los científicos. Más aún, la reducción ha ocupado un lugar importante dentro de la historia de la ciencia (Nagel 2006, 443). Asimismo, la reducción entre teorías, sea de tipo parcial o total, es la que ha sido con mayor frecuencia objeto de análisis. Sin embargo, no abordaremos aquí únicamente a la denominada reducción epistemológica o teórica, también trabajaremos la relación de reducción en las dimensiones metodológica y ontológica (Bunge 2004, 114; Rañada 2004, 14; Klimovsky 2001, 280). En general, la polémica en torno al reduccionismo ha suscitado una variedad de definiciones en relación a las tres dimensiones antes mencionadas. Así, en la bibliografía puede encontrarse por ejemplo: reduccionismo ontológico y/o constitutivo, o bien, reduccionismo teórico y/o epistemológico, como también, reduccionismo explicativo y/o metodológico, o bien, reduccionismo programático. Muchas veces, esta variedad en las definiciones ha llevado a que algunos autores denominen de formas diferentes al mismo tipo de reducción. Por ejemplo, a lo que Mayr denomina reduccionismo explicativo, Ayala lo entiende en cambio como reduccionismo metodológico (Caponi 2004, 38).

En relación a lo antes dicho, definimos los tres tipos de reducción con los que se va a abordar la problemática aquí presentada. De esta manera, si tenemos una disciplina B —derivada— y otra disciplina A —más fundamental o primitiva— entenderemos al reduccionismo teórico como aquel que refiere a la posibilidad de reducir un marco teórico (perteneciente a la disciplina B) a otro marco teórico de mayor generalidad, perteneciente a la disciplina A. Simplificando así la base teórica, una vez efectuada la reducción ya no tendremos dos teorías, sino una sola, de la cual se deduce (para ciertos casos) la otra (Flichman 2004, 292). En este punto, es importante advertir la conexión que hay entre reducción y explicación, se comprenderá que las leyes de la teoría que ha sido reducida se transforman en hipótesis derivadas de la teoría más fundamental. De esta manera, las leyes de la disciplina B quedan *explicadas* por las leyes de la disciplina A. Por otro lado, algunos análisis han incluido otros tipos de reducciones tales como las ontológicas, en estos casos se afirma que las entidades correspondientes a un nivel superior se reducen a entidades correspondientes a un nivel inferior, es decir, a una realidad considerada como más fundamental. En

este caso, se estarían reduciendo las entidades de la disciplina B a las entidades de la disciplina A. Este tipo de reducción, sostiene que todo aquello a lo que refiere la disciplina B, a ser reducida, no es más que un complejo, estructura o sistema cuyas propiedades deben entenderse en términos de las entidades de la disciplina A (Klimovsky 2001, 280). Así, el reduccionismo ontológico, afirma que todo lo que existe, corresponde con un único tipo de entidad. Del mismo modo, otros autores han trabajado sobre el reduccionismo metodológico. La acepción que aquí utilizaremos es la que hace hincapié en que analizar un sistema estudiando sus componentes —o las partes del sistema— es el método con el que debemos investigar (Rañada 2004, 14). Por ejemplo, supongamos un sistema C constituido por los elementos a, b y d. En este caso, se deberá estudiar el sistema C delimitando y estudiando cada uno de los elementos a, b y d por separado. En este punto, consideramos importante distinguir entre análisis y reducción. Por análisis entendemos que la comprensión de un sistema se facilita si se divide en partes más pequeñas a dicho sistema. Por otro lado, si bien la reducción metodológica asume un análisis, esta última supone dos afirmaciones: supuesto 1) que la “disección” debe continuar “hasta las partes más pequeñas” y supuesto 2) que tal “disección” suministra un análisis completo del sistema (Mayr 2006, 97).

Habiendo definido la relación de reducción para cada una de las dimensiones, debemos realizar ahora una breve mención del marco teórico sobre el cual trabajaremos, esto es, la denominada Teoría Metabólica Ecológica en el contexto de la sub-disciplina, la Macroecología. De esta manera, se espera que dicha revisión provea elementos que mejoren el abordaje de la problemática aquí presentada.

3. La Macroecología y la Teoría Metabólica Ecológica

A fines del siglo XX determinados aspectos de la Ecología fueron revisados. Los debates desarrollados durante los años 80' trastocaron algunos de los consensos acordados por la comunidad científica de ecólogos. Por ejemplo, el hecho de considerar al ecosistema como unidad de estudio, o bien aquellos que suponían que procesos como la competencia, la predación, el mutualismo, etc., perturbaban al conjunto de las comunidades orgánicas se vieron afectados cuando se puso en duda la existencia de procesos generalizables. Es en este contexto y sobre la base de los desarrollos de la Biogeografía, que Brown y Maurer en 1989, proponen una nueva línea de indagación (Nuñez *et al.* 2007, 404). La Macroecología surge entonces, como un programa de investigación que trata de sintetizar información relacionada con el estudio de los patrones de distribución y abundancia de las especies a escalas temporales y espaciales grandes, como podría ser un estudio a escala regional o incluso a un nivel global (escala biogeográfica) (Ruggiero 1999, 46). Asimismo, Brown en

el prefacio de su libro define a la Macroecología como un programa de investigación holístico, no necesariamente experimental, inductivo y no manipulativo, en contraste con su otro programa de investigaciones de corte reduccionista, experimental e hipotético-deductivo que abarca a la Ecología tradicional (la ecología de poblaciones, comunidades y ecosistemas) (Brown 1995, 12). De este modo, la Macroecología es presentada como complemento del tradicional enfoque reduccionista, ésta nueva perspectiva, suplantaría las extrapolaciones que se hacen desde la escala local a la escala regional, o bien, a una escala biogeográfica.

Los resultados de estudios microscópicos no pueden ser simplemente extrapolados a escalas mayores para explicar patrones y procesos macroscópicos. De hecho, mientras más aprendemos sobre la organización microscópica de sistemas complejos, es más obvia la necesidad de estudios macroscópicos para ubicar los hallazgos en una perspectiva más amplia. (Brown 2004, 17)

En general, en estos estudios macroecológicos se privilegió el análisis de determinados atributos como: abundancia, distribución, tamaño corporal, energética y el rango geográfico de una especie. Asimismo, la metodología propuesta, pareciera que puso énfasis en el análisis de patrones estadísticos, en lugar de utilizar la manipulación experimental (Oyama 2002, 26), ya que en general resulta imposible formar réplicas o tener experimentos controlados a grandes escalas espaciales y temporales. Así, dicho enfoque representó una alternativa respecto de la ecología tradicional (cuyo abordaje es a escala local) y que ya se mostraba insuficiente para comprender la dinámica y persistencia de comunidades ecológicas (Nuñez *et al.* 2007, 406).

En los últimos años, sin embargo, se ha desarrollado de la mano de los principales representantes de la macroecología un nuevo marco teórico, la Teoría Metabólica Ecológica (TME). Una primera aproximación a la macroecología, tal como mencionamos, indica que la misma se origina a partir de estudios comparativos realizados entre *taxa* de muy alta jerarquía reconociendo ciertos patrones regulares (Ginzburg *et al.* 2004). A partir de este registro de tipo fenoménico, se plantea esta teoría de corte energético que pretende dar cuenta del mismo. Por ello, centraremos el análisis en algunos de los recientes trabajos considerados “fundadores” y que poseen una gran riqueza conceptual en relación a la problemática aquí abordada. Entre estos se analiza uno de los artículos más relevantes en la temática aquí presentada, publicado en el año 2003, “Toward a metabolic theory of ecology” de Brown y colaboradores. En este trabajo puede reconocerse este conjunto teórico —la TME— claramente delimitado, que describiremos a los fines de una mejor comprensión. posee dos ejes principales, el primero se presenta como los efectos del tamaño corporal, la temperatura y la estequiometría sobre el metabolismo de los individuos. El segundo eje central se focaliza en la relación del metabolismo de los organismos con el flujo energético y el flujo de materia que ocurre en las poblaciones, las comunidades y los

ecosistemas. De este modo, la TME presenta una combinación de los efectos del tamaño corporal, la temperatura y la estequiometría en relación a la tasa metabólica, mostrando cómo el metabolismo de los individuos afecta la estructura y la dinámica de la ecología de sistemas (Brown *et al.* 2004, 1772).

En el presente ensayo la relación analizada es la dada entre la Macroecología y el conjunto de sub-disciplinas que son parte de la Ecología (tales como ecología de poblaciones, ecología de comunidades, o de ecosistemas, etc.) y al que denominaremos de aquí en más “microecología” a los fines que la terminología resulte menos engorrosa. Veamos brevemente algunas de las características que se han generado entre la sub-disciplina —la Macroecología— considerando a la TME como una de las propuestas teóricas recientes y con un relativo éxito dentro del área y otras ramas del saber dentro de la Ecología, teniendo en cuenta las dimensiones teórica, metodológica y ontológica.

4. Relación dada sobre la dimensión teórica

En principio, nuestro interés en esta sección es caracterizar las relaciones teóricas entre la Macroecología y las teorías que forman parte del conjunto teórico que hemos denominado microecología. Así, lo primero que llama nuestra atención es el hecho de que la reducción teórica ocurre hacia los niveles superiores, esto es, son reducidas las teorías microecológicas, a la teoría macroecológica, es decir a la TME ya mencionada. Esto resulta interesante, ya que pareciera que se opone a una tendencia que se ha sostenido en la Biología del siglo XX. Asimismo, un análisis más detallado de los textos obliga a reconocer una serie de vaguedades e inconsistencias en las que deseamos centrarnos antes de continuar con los aspectos metodológicos. En general, la naturaleza de esta relación de tipo reductiva no resulta sencilla de ser caracterizada considerando las palabras de los autores en cuestión. De hecho, la relación entre ambas sub-disciplinas parece admitir al menos cuatro relaciones —de carácter explicativo— diferentes entre ambos conjuntos teóricos:

Por un lado se sugiere una relación explicativa de mera restricción: 1.

These constraints of allometry, biochemical kinetics, and chemical stoichiometry lead to metabolic scaling relations that, on the one hand, can be explained in terms of well-established principles of biology, chemistry, and physics and, on the other hand, can explain many emergent features of biological structure and dynamics at all levels of organization. (...) This theory explicitly shows how many ecological structures and dynamics can be explained in terms of how body size, chemical kinetics, and resource supply affect metabolism. (Brown *et al.* 2004, 1772)

O bien: “Much of the variation among organisms, including their life history characteristics and ecological roles, is constrained by their body sizes, operating tem-

peratures, and chemical compositions.” (Brown *et al.* 2004, 1772). Por otro lado, se sugiere una relación explicativa de causalidad: 2.

We can extend this framework to population and community levels of ecological organization. Many features of population dynamics and community organization are due to effects of body size, temperature, and stoichiometry on the performance of individual organisms. (Brown *et al.* 2004, 1779)

A la vez que: “Spatially and temporally varying structures and dynamics of ecological systems are largely consequences of biological metabolism.” (Brown *et al.* 2004, 1772). Por otro, en términos más amplios, se indica una relación establecida de dependencia: 3. “Much of the variation among ecosystems, including their biological structures, chemical compositions, energy and material fluxes, population processes, and species diversities, depends on the metabolic characteristics of the organisms that are present.” (Brown *et al.* 2004, 1772). Finalmente, se indica una relación de mera conexión: 4. “Through variation in the rates and biochemical pathways of metabolism among different kinds of organisms and environmental settings, metabolic theory links the performance of individual organisms to the ecology of populations, communities, and ecosystems.” (Brown *et al.* 2004, 1772). Si bien hemos reconocido una falta de precisión significativa respecto al tipo de relación que debe establecerse entre la macroecología y la microecología, los aparentes límites de la reducción teórica parecen ser bien explicitados, caracterizando una reducción parcial de la microecología hacia la macroecología:

Additionally, much of ecology lies outside the domain of metabolic theory. There are many phenomena for which metabolic processes either do not apply or play at most a small contributing role. Examples include species–area and species–time relationships, distributions of abundances among coexisting species of similar size, temperature and resource requirements, and the placeCityTaylor power law relationship between mean and variance of population size over time or space. (Brown *et al.* 2004, 1787)

Del mismo modo: “Fifth, metabolic theory is emphatically not a “theory of everything.” (Brown *et al.* 2004, 1786). Finalmente:

As presently formulated, its domain is restricted to effects of allometry, kinetics, and stoichiometry on the biological processing of energy and materials. Within this domain, it appears to explain much of the variation in pools, rates, and times. As our figures show, however, it cannot explain all of the variation. (Brown *et al.* 2004, 1786)

Así, esta pluralidad de posibilidades presenta un importante escollo a los fines de caracterizar más exhaustivamente a dicha relación. En principio la propuesta no es en exceso clara. Por un lado, parecería que se presenta una relación “en sentido

fuerte” (esto es: relación causal, o bien consecuencia). Pero también se ofrece un tipo de relación “en sentido débil” esto es, una relación de mera conexión, dependencia o de restricción. Sin embargo, en términos generales la reducción teórica parece sugerirse y sólo un estudio que incluya otras fuentes puede comprender en forma más detallada el tipo de reducción en cuestión. Por otro lado, presenta un escenario más simple el interrogante acerca de si el tipo de reducción es total o parcial, siendo explicitada por los autores esta segunda opción. En los trabajos analizados, tampoco es explicitado si la reducción parcial está dada por tratarse la Macroecología de una disciplina aún en su primer estadio de desarrollo, o si se trata de la imposibilidad insalvable que ciertas áreas de la Ecología sean explicadas desde la TME. Más allá del tipo de relación establecido entre la macro y la microecología, la TME se presenta con un carácter reductor que dificulta la posibilidad de considerar que otros marcos teóricos, que centran su análisis a una escala diferente a la propuesta por dicha teoría, puedan reconocer fenómenos no contemplados por la misma (Nuñez *et al.* 2007, 404). Más aún, este marco teórico se presenta como capaz de explicar la mayor parte de la varianza observada, dejando el estudio de la varianza residual a la microecología. En este sentido, pareciera que prevalece un “metabolismo” que explica la mayor parte de los fenómenos observados.

5. Relación dada sobre la dimensión metodológica

La diversidad metodológica que se presenta entre las sub-disciplinas que forman parte de la ecología, impiden una exhaustividad en el análisis de las mismas. Sin embargo, resulta necesario un análisis acerca de cuáles han sido las razones por las que la Macroecología haya sido caracterizada no sólo en los términos de una revolución epistémica, sino también de una revolución de tipo metodológica dentro de la ecología. Como se señaló anteriormente la metodología propuesta desde esta nueva línea de indagación, fue el análisis de patrones estadísticos, reemplazando al uso de la manipulación experimental (Oyama 2002, 26). Sin embargo, no queda claro que dicha revolución se vea reflejada en la propuesta metodológica de la TME. Más aun, pareciera que dicha teoría se consolida, en alguna medida, por adoptar una metodología que privilegia los análisis realizados en condiciones experimentales dentro del laboratorio, por sobre los experimentos descriptivos —no manipulativos— a campo. Es decir, en este tipo de metodología experimental —de carácter más analítico— se sugiere, en general, el estudio de los mecanismos por sobre los estudios orientados más bien a descripciones (Caponi 2001, 30; Marone *et al.* 1998, 36). De este modo, para llevar a cabo dicha metodología, justamente se ha recurrido a variables fisiológicas como la tasa metabólica (variable susceptible de ser medida en el laboratorio). Así, la tasa metabólica surge como la variable reductora principal la cual

puede ser calculada para cada elemento del sistema, es decir, para cada individuo. La justificación según los autores: “The overall rate of these processes, the metabolic rate, sets the pace of life. It determines the rates of almost all biological activities.” (Brown *et al.* 2004, 1772). O bien: “Metabolic rate, the rate at which organisms take up, transform, and expend energy and materials, is the most fundamental biological rate.” (Brown *et al.* 2004, 1771). Al igual que en: “The metabolic rate is the fundamental biological rate, because it is the rate of energy uptake, transformation, and allocation.” (Brown *et al.* 2004, 1772).

Con todo, la tasa metabólica no solo es la “tasa biológica fundamental” por ser la tasa que determina, según los autores, la mayor parte de las actividades biológicas, sino que también jugaría un rol en la mecanización de la TME. En relación a lo antes dicho, Marquet y colaboradores en su trabajo “Metabolic Ecology: Linking Individuals to Ecosystems” sostienen que en última instancia el éxito de la TME dependerá de si se trata de una teoría mecanicista, distinguiéndose así, de muchas otras teorías en Ecología que son más bien fenomenológicas (o descriptivas) (González del Solar 2006, 99). Es en este contexto, que dichos autores proponen la Ecuación Metabólica General (EMG) que describe la tasa de “algún” proceso metabólico en función de la masa del cuerpo, la temperatura y la concentración de materiales necesarios para el alimento y el mantenimiento del metabolismo (Marquet *et al.* 2004, 1794). Así, dicha ecuación refiere a procesos cuyos efectos serían mecánicos, y de ahí, que la TME refiera también a procesos mecánicos.

Interestingly, each term in the GME relates to processes whose primary mechanistic effects occur on different spatial and temporal scales. Temperature has its primary effect at the molecular scale, by influencing the rate of molecular movements through the parts of the metabolic machinery that depend on passive diffusion. Body size affects metabolism at a larger scale via constraints derived from fractal-like distribution networks. Finally, stoichiometric effects occur at the scale of the whole organism in interaction with its environment. (Marquet *et al.* 2004, 1795)

Entendemos que la búsqueda de dicha mecanización se vincula generalmente con un tipo de metodología que enfatiza el abordaje sobre los experimentos controlados que se llevan a cabo en el laboratorio. De este modo, hallamos que podría pensarse una relación entre la “búsqueda de mecanismos” y una metodología que pone el énfasis en estudiar y manipular los elementos del sistema. Es decir, un tipo de metodología que se caracteriza por controlar las variables consideradas, accediendo de esta manera, a postular posibles mecanismos entre dichas variables. En contraste a este tipo de metodologías, los experimentos observacionales, no manipulativos, se asocian generalmente más bien a una “búsqueda de correlaciones” entre los elementos del sistema (Caponi 2001; Marone *et al.* 1998). De esta manera, la tasa metabólica no solo se propone como la variable reductora principal que determina la mayor par-

te de las actividades biológicas, sino que además le permite a la teoría descansar en una serie de procesos mecánicos que la alejan de una teoría meramente descriptiva.

Más allá de las “cualidades o virtudes” que puedan discutirse en torno a la tasa metabólica, en la cita antes mencionada, también se indica que estos procesos mecánicos ocurran a diferentes escalas temporales y espaciales. Así, por ejemplo, el término de la ecuación que corresponde a la estequiometría estaría actuando a una escala que considera a la totalidad del organismo en relación con su medio ambiente. Sin embargo, es interesante notar que el hecho de que ésta variable metabólica (la estequiometría) se relacione con el medio ambiente y de ahí, que la tasa metabólica se vincule con el resto de los procesos ecológicos no implica necesariamente que dichos procesos sean reductibles a las tasas metabólicas de los individuos (Nuñez *et al.* 2007, 407).

En este punto, es interesante volver a la diferencia antes expuesta, entre análisis y reducción. Pareciera que en la propuesta metodológica de la TME se sugiere la disección “hasta las partes más pequeñas” del sistema, es decir, la tasa metabólica se explica o se interpreta, a través de elementos más primitivos o más fundamentales, a saber: el tamaño corporal, la temperatura y la estequiometría (supuesto 1). Pero además, como ya se menciona en la dimensión teórica, tal disección parecería explicar la mayor parte del sistema, es decir explica la mayor parte de la varianza observada (supuesto 2). En otras palabras, esta claro que se intenta explicar una amplia variedad de fenómenos ecológicos basándose en principios básicos de otras disciplinas, es decir, la TME es quizá el intento reduccionista más ambicioso que ha habido en la Ecología (González del Solar 2006, 95). Con todo, resulta interesante notar que estos aspectos metodológicos, expresan una cercanía de la macroecología hacia ciertas características de la fisiología dentro de la biología.

6. Relación dada sobre la dimensión ontológica

En las últimas décadas ha surgido una visión jerárquica de la biología, donde la naturaleza se estructura en entidades discretas, ordenadas jerárquicamente y donde las entidades menores se anidan dentro de las entidades mayores. Dichas entidades pueden ser ecológicas, o bien, genealógicas. Las primeras, están involucradas en la transferencia de materia y energía (moléculas-células-organismos-poblaciones-comunidades-biotas), mientras que las segundas contienen algún tipo de información, que les permite “reproducirse” en entidades similares y evolucionar (genes-cromosomas-organismos-poblaciones-especies-clados) (Morrone 2004, 42).

La macroecología, como vimos, refiere a patrones de distribución y abundancia de las especies a escalas temporales y espaciales grandes, como podría ser un estudio a escala continental o incluso global. Dichos patrones, generalmente involucran

a entidades que se corresponden con los niveles superiores de la jerarquía ecológica; no obstante, la distinción entre jerarquía ecológica y genealógica no siempre es clara (Morrone 2004, 43). Sin embargo, ya fue mencionado en el presente ensayo que uno de los ejes centrales de la TME es la relación que pretende establecer entre el metabolismo de los organismos con el flujo energético y el flujo de materia que ocurre en las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas. De esta manera, sobre este eje central de la TME queda explicitado que dicha teoría “trabaja” sobre una jerarquía ecológica. De este modo, bajo este esquema donde la naturaleza se estructura en entidades jerarquizadas y, asumiendo que la TME se refiere a entidades ecológicas, el estudio de la dimensión ontológica entre las sub-disciplinas (macro y microecológicas) ofrece otro interesante campo de análisis para la problemática aquí abordada. Por ello, surge el interrogante acerca de si estamos frente a un caso de ontología reductiva hacia entidades correspondientes a los niveles superiores. Una respuesta afirmativa parecería, en principio, enfrentarse directamente con cierta tendencia general que ha caracterizado a gran parte de la biología durante el siglo XX. Es que, en una primera aproximación, puede entenderse que si la reducción ontológica acompaña a la reducción teórica, cualquier compromiso ontológico descansaría sobre jerarquías superiores a las propias de la microecología. Sin embargo, la unidad ontológica de la macroecología no se corresponde con las entidades superiores de la jerarquía ecológica como podría esperarse, sino con el individuo: “The MTE rests heavily on individual-level phenomena, which by aggregation allow one to make predictions upon whole-system patterns, processes, and rates.” (Marquet *et al.* 2004, 1795). O bien: “To link the biology of individual organisms to the ecology of populations, communities, and ecosystems.” (Brown *et al.* 2004, 1771). Así como también: “Tradition of studying how processes operating at the level of individual organisms can determine the properties of populations, communities, and ecosystems.” (Koehl *et al.* 2004, 1808).

A la vez que: “About various ways in which the metabolism of individual organisms might determine important ecological processes.” (Koehl *et al.* 2004, 1810). Asimismo, “la unidad física” o el “sistema físico”, es la terminología utilizada por algunos autores para referirse al individuo. “However, there is sufficient evidence to suggest that the MTE may provide a fundamental theoretical link between what we know about physical systems and what we know about ecological systems.” (Marquet *et al.* 2004 1795).

De esta manera, el individuo es tomado como representante de la especie bajo el supuesto de que el mundo viviente posee un esquema común en cuanto su funcionamiento energético. Así, a través de la medición de un único individuo o de la realización de un promedio de los valores provenientes de un conjunto de individuos se representa a la especie. Con todo, este esquema común en cuanto al funcionamiento energético que subyace a todas (o a casi todas) las entidades vivas puede

verse explicitado en otros trabajos recientes: “In contrast, this chapter builds on the premise that the mechanisms that are responsible for the organization of metabolism are not species-specific”. (Kooijman 2000). O bien: “Metabolism sustains life and controls the growth, reproduction, and longevity of living entities.” (Marquet *et al.* 2004, 1794).

En relación a lo antes dicho, el individuo se presenta como la entidad sobre la cual descansa la TME. Como fue mencionado, la reducción aquí presentada no acompaña a la reducción teórica, esto es, la ontología propuesta descansa en un nivel jerárquico inferior respecto de la jerarquía a la cual se refiere, o de la cual trata, la dimensión teórica (la población, la comunidad, o el ecosistema). Creemos que el énfasis que suele darse a la metodología experimental —llevada a cabo dentro del laboratorio— modula o se vincula, con un recorte de la realidad que es accesible al experimento. De esta manera, se privilegia el uso de variables metabólicas sugiriendo al individuo como la entidad ontológica y, obstaculizando así, la posibilidad de pensar en entidades que refieran a niveles jerárquicos mayores. Más aún, pareciera que desde esta perspectiva reduccionista, tradicionalmente se ha privilegiado una ontología que descansa sobre un dominio microscópico. Una alternativa a la propuesta dada por la TME se da si se introduce una concepción realista que reconoce distintos niveles de realidad. De acuerdo a este enfoque, la interpretación de los términos científicos es contextual, esto es, depende de cada teoría. Así, cada teoría opera sobre su propio nivel, donde las entidades y regularidades referidas por la teoría pueden considerarse legítimamente como reales. De esta manera, es posible pensar en niveles de realidad con cierta autonomía aunque relacionados entre sí, es importante señalar que las entidades biológicas se encuentran anidadas, de ahí la vinculación entre estos niveles de realidad. Desde este enfoque, no habría una única ontología a la cual refiere todo el conocimiento científico, es decir, el reconocimiento de un nivel de realidad —en nuestro caso el individuo— no implicaría la inexistencia de otros. En este sentido, se argumenta en favor de una pluralidad de ontologías relacionadas, así como también, por una multiplicidad de teorías referidas a sus respectivos niveles (Labarca *et al.* 2006, 307; Labarca *et al.* 2007, 161; Nuñez *et al.* 2007, 407).

Finalmente, la macroecología se acerca notablemente a la fisiología en las tres dimensiones analizadas. A partir de ello, la macroecología se presenta como una rama del conocimiento que no sólo indaga a través de experimentos controlados que permiten un mejor análisis de los diferentes factores que operan sobre lo vivo, sino que incluso (o quizás por ello mismo) permite hallar ciertas leyes aplicables al mundo de la vida, por encima de las “engorrosas complejidades” fenoménicas observadas en otros niveles jerárquicos tales como en el caso de las comunidades y los ecosistemas.

7. Discusión

Los análisis previos realizados en torno a las caracterizaciones que pueden darse a ciertas relaciones disciplinares o bien sub-disciplinares, no se trataban sólo de un ejercicio de análisis filosófico (sin que esto resulte esencialmente negativo), sino que también iban dirigidas a poder comprender aspectos esenciales de la dinámica científica, tratándose de diferencias que nos permiten comprender un poco mejor la naturaleza de las relaciones asimétricas entre las sub-disciplinas.

Del mismo modo, nuestra comparación nos permitió reconocer que la reducción establecida entre micro y macroecología en el plano teórico se asemeja a aquellos otros de mayor renombre entre los epistemólogos tales como la dada entre la química y física (Lombardi *et al.* 2005) o entre la biología y la física. Sin embargo, y a diferencia de los casos antes mencionados, podría sostenerse que la TME pretende dar cuenta de fenómenos macroscópicos. Esto resulta llamativo, ya que se distingue de lo que sería una reducción teórica tradicional, donde la teoría primitiva (a la cual se reducen las teorías derivadas) proviene de disciplinas o sub-disciplinas que tratan de fenómenos microscópicos. En relación a lo antes dicho, lo más distintivo resulta en el hecho de que al establecerse la relación de reducción entre las teorías propuestas por la microecología —teorías derivadas— y la teoría dada por la macroecología —teoría primitiva— la reducción teórica sea hacia niveles superiores, en vez de, hacia niveles inferiores. Con todo, la TME parece acercarse a las características —en las tres dimensiones analizadas— propias de ciertos conjuntos teóricos originarios de la fisiología más que de la ecología. Es decir, se presenta como una teoría que trata de fenómenos macroscópicos, aunque ella misma pareciera constituirse de elementos microscópicos en las tres dimensiones analizadas. Así, éste nuevo enfoque macroecológico que vendría a suplir las extrapolaciones que se hacían desde una escala local —abordadas por la microecología— hacia las escalas mayores, consideramos no se refleja en la propuesta dada por la TME. Más aún, pareciera que se pronuncia la extrapolación, ya que bajo este marco, dicha extrapolación se hace desde las tasas metabólicas de los individuos, en vez de, la población, la comunidad o el ecosistema.

Por último: ¿qué nos dicen las relaciones estudiadas en sus diferentes dimensiones? Siempre reconociendo que para este tipo de abordaje los argumentos decisivos en efecto resultan ser más bien escasos, existen signos elocuentes: estamos frente a un escenario en donde si bien se plantea una reducción teórica, no queda clara que tipo de relación se establece entre las dos sub-disciplinas (de dependencia, de explicación, de causalidad, de conexión, etc.). A su vez, en cuanto a los aspectos metodológicos y ontológicos encontramos una importante cercanía a los propios datos por la fisiología. De este modo, la metodología que enfatiza en los experimentos controlados sigue prevaleciendo, y más aún, las entidades ontológicas que predominan son las accesibles a dichas metodologías. Esto nos obliga a repensar que tipo de re-

lación se establece entre las dimensiones analizadas, en este sentido, consideramos que la dimensión ontológica se encuentra supeditada a la dimensión metodológica. Sin embargo, por otro lado, pareciera que tradicionalmente existe cierta tendencia a privilegiar ontologías que descansan sobre un dominio microscópico (Labarca *et al.* 2007, 156). En cuanto a la dimensión teórica, tradicionalmente una de la más frecuentadas por epistemólogos y científicos, pareciera que también guarda una estrecha relación con las dimensiones metodológica y ontológica al vincular la ecología de sistemas con la tasa metabólica del individuo. De esta manera, supeditándose la dimensión teórica a la dimensión ontológica y metodológica. Por todo ello, reconocemos que la reflexión respecto de las diferentes relaciones que puede establecerse entre las dimensiones analizadas (por ejemplo la preeminencia de una dimensión sobre otra) son caminos que se abren, para sugerirse casi como un programa de investigación para el tipo de problemática analizada.

Bibliografía

- Brown, J. H. 2004. El reto de la complejidad. Trad. Rodrigo Medellín. En *La Gaceta*. México: Ed. Fondo de Cultura Económica, 401: 17–20.
- . 1995. *Macroecology*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Brown, J. H.; Gillooly, J. F.; West, G. B.; Savage, V. M. 2004. Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology* 85(7): 1771–89.
- Bunge, M. 2004. *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona: Ed. Gedisa.
- Caponi, G. 2001. Biología funcional vs. Biología evolutiva. *Episteme* (Porto Alegre) 12: 23–46.
- . 2004. El reduccionismo en la biología contemporánea. *Signos Filosóficos* 6(12): 33–62.
- Depew, D. J. & Werber, B. H. 1996. *Darwinism Evolving. Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*. MIT Press.
- Flichman, E. H. 2004. Reducción y Explicación. En Flichman, E. H.; Miguel, H.; Paruelo, J.; Pissinis, G. (eds.) *Las Raíces y los frutos. Temas de filosofía de la ciencia*. Argentina: Ed. Educando, 291–300.
- Folguera, G. 2008. Cuando a la tormenta se la llama calma. Conflictos en torno a la teoría evolutiva en el siglo XX. *Biophronesis. Revista de Bioética y Socioantropología* 3: 1–14.
- Folguera, G. & Lipko, P. 2007. La Teoría Sintética y la población como (única) unidad evolutiva. *Filosofia e História da Biologia* 2. Seleção de Trabalhos do V Encontro de Filosofia e História da Biologia. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa (MackPesquisa), 191–202.
- Ginzburg, L. & Colyvan, M. 2004. *Ecological Orbits. How Planets Move and Population Grow*. Oxford: Oxford University Press.
- González del Solar, R. 2006. *La explicación en Ecología*. Barcelona: Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Klimovsky, G. 2001. *Las desventuras del conocimiento científico*. Argentina: Ed. A. Z.

- Koehl, M. A. R. & Wolcott, D. B. 2004. Can function at the organismal level explain ecological patterns. *Ecology* **85**(7): 1808–10.
- Kooijman, S. A. L. M. 2000. *Dynamic Energy and Mass Budgets in Biological Systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Labarca, M. & Lombardi, O. 2007. Irreversibilidad y pluralismo ontológico. *Scientiae Studia* **5**(2): 139–167.
- Labarca, M. & Lastiri, M. 2006. Estructuralismo e internalismo: hacia un pluralismo ontológico y epistemológico. En J. Ahumada; M. Pantalone; V. Rodríguez (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia*. vol. 12. Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 307–13.
- Lombardi, O. y Labarca, M. 2005. The ontological autonomy of the chemical world. *Foundations of Chemistry* **7**: 125–48.
- Marone, L. & Bunge, M. 1998, La explicación en ecología. *Boletín de la Asociación Argentina de Ecología* **7**(2): 35–7.
- Marquet, P. A.; Labra, F. A.; Maurer, B. A. 2004. Metabolic Ecology: Linking individuals to ecosystems. *Ecology* **85**(7): 1794–96.
- Mayr, E. 2006. *¿Por qué es única la biología?* Argentina: Ed. Katz.
- Nagel, E. 2006, *La estructura de la ciencia*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Morrone, J. J. 2004. La zona de transición sudamericana: caracterización y relevancia evolutiva. *Acta Ent. Chilena* **28**(1): 41–50.
- Núñez, P. G.; Núñez, M. A.; Ruggiero, A. 2007. Macroecología entre el reduccionismo y el dialogo. En L. Salvatico, P. García (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia* (Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) **13**: 404–9.
- Rañada, A. F. 2004. Reduccionismo, objetividad, paradigmas y otras cosas de ciencia. *Revista de Libros* **85**: 14–6.
- Ruggiero, A. 1999. Búsqueda de patrones en Macroecología: la regla de Rapoport. *Ayuda didáctica Ecología Austral* **9**: 45–63.
- West, G. B.; Brown, J. H.; Enquist, B. J. 1997. A general model for the origin of allometric scaling laws in biology. *Science* **276**: 122–6.
- . 1999. The fourth dimension of life: fractal geometry and allometric scaling of organisms. *Science* **284**: 1677–9.
- . 2001. A general model for ontogenetic growth. *Nature* **413**: 628–31.
- West, G. B.; Woodruff, W. H.; Brown, J. H. 2002. Allometric scaling of metabolic rate from molecules and mitochondria to cells and mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* **99**: 2473–8.

FEDERICO DI PASQUO
 Grupo de Investigación de Historia de la Ciencia
 Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias
 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
 Universidad de Buenos Aires
 Argentina
 dipasquof@yahoo.com.ar

GUILLERMO FOLGUERA
Laboratorio de Ecofisiología Animal
Facultad de Ciencias
Universidad Católica de Chile
Chile
guillefolguera@yahoo.com.ar

Resumo. Neste trabalho analisamos a relação entre a macroecologia e outras subdisciplinas da ecologia atual nas dimensões epistemológica, ontológica e metodológica. Nossa hipótese é estamos frente a um cenário de redução teórica. Contudo, as características dessa redução não são claras e consideramos que é necessário fazer análise mais detalhada acerca da natureza redutiva em questão. Finalmente, encontramos uma semelhança muito importantes entre as subdisciplinas macroecológicas e fisiológicas.

Palavras-chave: Macroecologia, metodologia, ontologia, subdisciplinas, teoria.