

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XXII JORNADAS

VOLUMEN 18 (2012)

Luis Salvatico  
Maximiliano Bozzoli  
Luciana Presenti

Editores



ÁREA LÓGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



## **Crisis ambiental y ecología disciplinar: entre obstáculos epistemológicos y metodológicos**

*Federico Martín de Pasquo\* y Guillermo Folguera<sup>o</sup>*

### **1. Introducción**

En general, los estudios que han indagado la relación problemática ambiental-ecología disciplinar han puesto el énfasis en dilucidar cómo esta área del conocimiento podría o bien “colaborar” o bien “entorpecer” las dificultades ambientales de nuestra época (Kingsland 2004; Bowler 1998; Bocking 1995). Sin embargo, poca atención se ha prestado a la influencia que la problemática ambiental pueda tener sobre cuestiones teórico-metodológicas dentro de la disciplina. Al respecto, en este trabajo, hemos centrado nuestro análisis sobre dos de los obstáculos que se le presentaron a la ecología y que afectaron el desarrollo de la misma. El primero, se vinculó al reconocimiento de que las investigaciones ecológicas y algunas problemáticas ambientales referían a escalas espaciales distintas. El segundo obstáculo, se relacionó a la imposibilidad práctica de conducir experimentos controlados sobre amplias regiones geográficas. En particular las hipótesis aquí sostenidas son: (1) La problemática ambiental ha modulado el reconocimiento de que la ecología conducía sus investigaciones sobre escalas espaciales finas (tercera sección) y (2) La problemática ambiental ha contribuido indirectamente a una consolidación del experimento mensurativo en la ecología disciplinar (cuarta sección). Finalmente, se realizaron algunas consideraciones generales en relación con cierta discontinuidad “registrada” en los planos epistemológico y metodológico de la disciplina.

### **2. Un aspecto “clave” de la crisis ambiental: su “fórmula” global**

A comienzos de 1970 aparecieron las primeras cartas y declaraciones ambientales de las Naciones Unidas: la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972); la Declaración de Nairobi (1982), la Carta Mundial de la Naturaleza (1982) y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992). Un aspecto común a todas ellas es clave a los fines de este trabajo: se reconoció el aspecto global de la crisis ambiental. En relación con ello se explicita en la declaración de Estocolmo: “Y hay un número cada vez mayor de problemas relativos al medio que, por ser de alcance regional o mundial o por repercutir en el ámbito internacional común, requerirán una amplia colaboración entre las naciones [...]” (Grinberg 1999, p. 181). En el mismo sentido, en la declaración de Nairobi se afirmó:

Las actividades anárquicas del hombre han provocado un deterioro ambiental creciente. La deforestación, la degradación de los suelos y el agua y la desertificación alcanzan proporciones alarmantes y ponen gravemente en peligro las condiciones de vida de grandes zonas del mundo. (Grinberg 1999, p. 187)

Ambas citas plasman la “fórmula” global sugerida al destacar el alcance regional o continental de la problemática ambiental. En la siguiente sección, se indagará cómo el aspecto global de la crisis ambiental, parece haber repercutido en algunos aspectos epistemológicos de la ecología.

\* U.B.A. – CONICET, [dipasquof@yahoo.com.ar](mailto:dipasquof@yahoo.com.ar)

<sup>o</sup> U.B.A., [guillefolguera@yahoo.com.ar](mailto:guillefolguera@yahoo.com.ar)

### 3. Breve examen sobre el plano epistemológico de la ecología

#### 3.1 Demarcación del primer obstáculo

Hasta la década de 1980, mientras fue reconocido que los problemas ambientales generados por las sociedades industrializadas, podían tener "lugar" sobre amplias regiones geográficas; las investigaciones ecológicas se desarrollaban sobre escalas espaciales pequeñas. En relación con ello, Wiens (1990) destacó:

Quando Natasha Kotliar y yo llevamos a cabo un estudio de los trabajos publicados en *Ecology* en un intervalo de 5 años en los años 80', nosotros descubrimos que la mayoría de los investigadores usaron un tamaño de grano (esto es, la unidad de área mínima o cuadrante) de 1 m<sup>2</sup>, estén estudiando organismos pequeños y grandes, plantas o animales, o individuos o ecosistemas. Parece improbable que tal gran variedad de fenómenos ecológicos y sistemas operen sobre tal escala conveniente. (p. 312)

O en otro ejemplo:

Estamos bastante adelantados en el conocimiento de sitios específicos, pero nos resulta muy difícil saber cómo transferir estos resultados de un lugar a otro, y de un periodo a otro. ¿En qué medida los datos recogidos en algunos metros cuadrados o en algunos kilómetros cuadrados pueden permitir interpretar lo que pasa en una región o en un continente? Esta capacidad de extrapolación espacial (en lugares diferentes y en diferentes escalas) y temporal es una de las cuestiones cruciales que se plantean a la ecología. (Di Castri 1996, p. 60)

De este modo, se generaba una disparidad muy significativa: mientras se consideraba que los problemas ambientales podían actuar sobre amplias dimensiones físicas, las investigaciones ecológicas descansaban sobre escalas pequeñas (Bramwell 1989). Esta tensión, que señalamos como el primer obstáculo, podría haber estimulado el desarrollo teórico de la noción de escala y la incorporación de la teoría jerárquica al seno de la ecología. A continuación, señalaremos dichas estrategias teóricas constatando la relevancia que tuvieron en la disciplina.

#### 3.2 Consideraciones teóricas a partir del primer obstáculo: la noción de escala y la teoría jerárquica

Aproximadamente, en el período de tiempo en que se presentaron las primeras declaraciones ambientales de las Naciones Unidas, el concepto de escala y la teoría jerárquica cobraban gran relevancia dentro de la ecología. Precisamente, Schneider (2001) mencionó: "El análisis de las frases claves ("escala" y "teoría jerárquica") sugiere que el reconocimiento del problema de la escala en la ecología ocurrió como el comienzo de un cambio súbito a finales de 1970 y principios de 1980" (p. 552).

En general, la escala fue definida como la dimensión física espacial y temporal de un fenómeno (o de un objeto) pudiendo caracterizarse mediante dos componentes: el grano y la extensión. El grano se vinculó a la mínima resolución de un estudio dado (la unidad de muestreo). Mientras que la extensión, se refirió a la máxima extrapolación que puede hacerse a partir de los resultados (Kemp *et al.* 2001). Respecto a su relación con otras variables, se reconoció que un patrón podría ser dependiente de la escala, mientras que los procesos no

dependen de la misma. De aquí que se ha sostenido que a una escala determinada (o en un conjunto de ellas) puede haber patrones asociados y procesos preponderantes (Jaksic y Marone 2007). Conjuntamente a la elaboración de la noción de escala, tuvo lugar el desarrollo de la teoría jerárquica. Al respecto, dos ejes centrales de este marco teórico caben ser mencionados. El primero, permitió predecir una correlación entre la escala espacial y temporal. Esto es, aquellos fenómenos que ocurren sobre escalas espaciales amplias también lo hacen a grandes escalas temporales. El segundo eje, sugirió que los niveles de la jerarquía pueden ser caracterizados por las tasas (o velocidades) a la cual acontecen los fenómenos (Turner *et al.* 2001). Aquellos fenómenos que tienen lugar en amplias escalas espacio-temporales se caracterizaron por tener dinámicas lentas, mientras que los fenómenos que ocurren sobre escalas espacio-temporales finas presentaron tasas elevadas (Burel y Baudry 2004).

Sobre la base de dichos desarrollos se construyó gran parte de la base teórico-conceptual que le permitió a la ecología disolver, al menos parcialmente, el primer obstáculo que hemos mencionado: la disparidad de escalas entre la degradación ambiental y las investigaciones ecológicas. Al respecto, Brown (2003) destacó: “Existe otra justificación para incrementar la escala de la investigación ecológica [...] Se trata de la necesidad práctica de entender los efectos de la población humana y su tecnología, y aplicar este conocimiento para reducir la degradación ambiental [...]” (pp. 41-42). Así, se explicita el reconocimiento de una problemática ambiental global al seno disciplinar de la ecología. Ciertamente, esta significativa expansión teórica no estará ajena de consideraciones metodológicas, eje analizado en la siguiente sección.

#### 4. Breve examen sobre el plano metodológico de la ecología

##### 4.1 Demarcación del segundo obstáculo

La disparidad de escalas sugerida entre las investigaciones ecológicas y los problemas ambientales entendemos que parece haber modulado el desarrollo teórico-conceptual citado. De acuerdo con éste, los resultados experimentales conducidos sobre escalas finas no pueden ser directamente extrapolados hacia escalas mayores, dado que puede ocurrir que un proceso preponderante a escalas pequeñas puede no serlo a escalas amplias. En este sentido Brown (2003) señaló:

Muchos de los problemas más severos, tales como cambios climáticos y de uso del suelo, destrucción de hábitats y extinción de especies, están sucediendo a escalas regionales o globales. Estos problemas no pueden ser enfrentados simplemente extrapolando los resultados de estudios microscópicos experimentales porque algunos procesos cualitativamente diferentes pueden adquirir importancia a escalas mayores (p. 42)

A partir de que los procesos ecológicos son preponderantes en algunas escalas y de los problemas de extrapolación señalados, ciertas posiciones dentro de la disciplina han sugerido que debe haber una correspondencia entre las escalas en la que actúa el proceso y en la que estos son testeados experimentalmente (Dunham y Beaupre 1998). Dicho de otra manera, se requirió que el fenómeno este “acoplado” con el experimento. Por ello, es que debieron conducirse experimentos en una variedad de escalas (desde las más pequeñas hasta las más grandes). En este punto resulta pertinente la siguiente pregunta. ¿Cómo realizar

experimentos controlados sobre dimensiones físicas grandes? Esto último se presentó como un nuevo obstáculo al seno de la disciplina. En una primera aproximación, debe reconocerse que la capacidad que los ecólogos tienen para observar la naturaleza es bastante mayor que la capacidad que tienen para controlarla. Por ello, el control experimental es realizable a escalas espaciales pequeñas sin embargo, a medida que la escala aumenta, la posibilidad de controlar la naturaleza disminuye (Odum y Barrett 2008). De este modo, el experimento manipulativo resultó inviable sobre grandes dimensiones físicas<sup>ii</sup>.

#### 4.2 Consideraciones metodológicas a partir del segundo obstáculo: experimentos mensurativos

La imposibilidad de conducir experimentos controlados sobre escalas espaciales grandes (segundo obstáculo sugerido), tuvo asociada la consolidación de los denominados experimentos “observacionales” o mensurativos. Distintas sub-áreas de la disciplina emplearon mayoritariamente dichos experimentos en vez del “clásico” experimento controlado o manipulativo. En general, en los experimentos mensurativos se comparan dos sitios diferentes (siendo uno el control) antes y después de una perturbación determinada (Miao *et al.* 2009). En estos casos, el investigador no interviene manipulando algún fenómeno de interés, sino que se limita a registrarlos mediante la observación (Peters 1993; Eberhardt y Thomas 1991).

Más allá de los detalles técnicos que suponen los experimentos mensurativos, resulta interesante señalar aquí el impacto que han tenido sobre diferentes sub-áreas de la disciplina. En este sentido, Jaksic y Marone (2007) destacaron que la experimentación controlada, fue más frecuente a nivel de organismo o de población que a nivel comunitario. Por ello, el “experimento observacional” ha sido, según los autores, la aproximación más empleada en la ecología de comunidades. Esta tendencia se ha pronunciado fuertemente, con las investigaciones que suponen un gran número de especies y sobre todo, amplias escalas espaciales (y temporales), tal como la ecología del paisaje (Hargrove y Pickering 1992) y la macroecología (Brown 2003). En ambas sub-áreas los experimentos mensurativos fueron presentados como la opción más “factible”. Así, en el caso de la ecología del paisaje Mcgarigal y Cushman (2002) mencionaban:

Los experimentos mensurativos ofrecen un medio de superar algunas de las limitaciones importantes que nosotros hemos discutido para los experimentos manipulativos. Lo más importante, las dificultades prácticas y logísticas de implementar tratamientos a grandes escalas son evitados totalmente [...] Los experimentos mensurativos tienen mayor realismo y generalidad, debido a que son aplicados a sistemas no manipulados, del mundo real. Para muchas preguntas sobre fragmentación, debido a problemas de escala y alcance, los experimentos mensurativos son los únicos enfoques viables (Mcgarigal y Cushman 2002, pp. 338-339)

En el ámbito de la macroecología Blackburn (2004) destacó:

Las ventajas principales de los experimentos [mensurativos] son dos. Primero, ellos son probablemente las únicas formas en las cuales los experimentos pueden ser realizados en escalas espaciales y temporales de interés para los macroecólogos [ej. escalas regionales, continentales e incluso globales]. Segundo, ellos tienen la ventaja de que el sistema experimental es probable que sea más realista que cualquier

laboratorio o manipulación en el campo: el sistema estudiado es una entidad natural. Entonces, mientras es más difícil extraer conclusiones de los experimentos [mensurativos], aquellas conclusiones que pueden ser extraídas probablemente sean más relevantes a los sistemas naturales. (p. 404)

Ambas citas "reflejan" el reconocimiento de que los experimentos mensurativos se consolidaron en aquellas investigaciones conducidas sobre escalas espaciales amplias. A la vez, se destacó que sus resultados son más fácilmente extrapolables al "mundo real" que los alcanzados por medio de los experimentos controlados.

A partir del segundo obstáculo señalado, se afianzaron dos "vías" experimentales dentro de la ecología. Por un lado, el experimento controlado (legado del modelo de la física) y por otro, los experimentos mensurativos. Finalmente, el desarrollo de éstos últimos permitió una articulación con aquellas investigaciones dirigidas a indagar procesos ecológicos preponderantes en escalas espaciales amplias.

## 5. Apuntes finales

En este punto resulta interesante "testear" nuestras conjeturas con el recorrido trazado. En relación con la primera hipótesis se obtuvieron dos resultados. Uno referido a la identificación del primer obstáculo: sobre el "desacople" entre las investigaciones ecológicas dirigidas en dimensiones físicas pequeñas y el reconocimiento de que algunos problemas ambientales pueden descansar sobre grandes regiones geográficas (sección 3.1). El segundo, relacionado al desarrollo teórico de la noción de escala y de la teoría jerárquica como "respuesta" al obstáculo señalado (sección 3.2). De aquí que podamos sugerir que: *la problemática ambiental ha modulado el reconocimiento de que la ecología conducía sus investigaciones sobre escalas espaciales finas* (primera hipótesis). En cuanto a la segunda hipótesis se reconocen tres resultados relevantes. El primero se derivó de las estrategias teóricas analizadas. Donde un proceso de interés y el diseño experimental para testearlo deben descansar sobre el mismo conjunto de escalas (sección 4.1). El segundo resultado se relacionó con la dificultad de conducir experimentos controlados (o manipulativo) sobre escalas espaciales amplias (sección 4.1, segundo obstáculo). Finalmente, el tercer resultado se vinculó a la consolidación de los experimentos mensurativos (u observacionales) en aquellas investigaciones dirigidas sobre grandes extensiones geográficas; como respuesta al segundo obstáculo indicado (sección 4.2). A partir de estos resultados sostenemos que: *la problemática ambiental ha contribuido indirectamente a una consolidación del experimental observacional o mensurativo en la ecología disciplinar* (segunda hipótesis). Aquí, la contribución de la crisis ambiental ha sido indirecta ya que la consolidación de los experimentos mensurativos se encontró mediada por la necesidad de "acoplar" el plano fenomenológico y el plano metodológico de la disciplina.

Ahora bien, cabe recordar que nuestro interés no fue el de examinar si la ecología disciplinar superó o no los obstáculos mencionados. Sólo nos ha interesado abordar algunas transformaciones epistemológicas y metodológicas a los fines de señalar cierta discontinuidad, entre las décadas de 1970-1980, dentro de la disciplina. Así, las investigaciones ecológicas pasaron de estar dirigidas sobre dimensiones físicas pequeñas a través de experimentos controlados a ser conducidas desde múltiples escalas y una combinación de (al menos) dos enfoques experimentales. A su vez, esta ruptura incluyó nociones teóricas tales como la noción de escala y la teoría jerárquica. Por todo ello, pareciera que los ecólogos pasaron de percibir fenómenos ecológicos desde escalas

“antropocéntricas” (familiares al investigador) (Wiens 1989) a percibir fenómenos sobre una multiplicidad de escalas. Considerando que la ruptura sugerida encontró “su momento” durante la crisis ambiental (di Pasquo *et al.* 2011), resulta interesante preguntarse: ¿cómo debe ser entendida la influencia de la crisis ambiental en la ecología disciplinar? Antes de dar respuesta a este interrogante, es importante destacar que dicha influencia, no parece estar relacionada a que la crisis ambiental y la ecología “refieran” a los mismos fenómenos (pese a que muchos problemas ambientales se vinculen directamente con procesos ecológicos). Más aún, el “ambiente” con las que ambas “operan” parece no ser el mismo. Mientras que la ecología disciplinar refiere a patrones y procesos ecológicos (a partir de fenómenos ecológicos) el discurso dado a partir de la crisis ambiental alude a las actividades del hombre que degradan el ambiente (fenómenos ambientales) (di Pasquo *et al.* 2011; Passmore 1978). Por lo demás, una respuesta que se perfila es que tanto los fenómenos ambientales como los ecológicos se unen o se conectan por la forma en que se recortan o bien, por la forma en que se desvían. Es decir, los fenómenos (sean ambientales o ecológicos) se desvían en la misma dirección: hacia amplias regiones geográficas. Por tanto, resulta interesante pensar la influencia de la crisis ambiental como este nuevo “rumbo” hacia lo global, que en términos históricos implicó para la ecología una discontinuidad tanto en el plano epistemológico como en plano metodológico sugiriéndose así, una “fractura” de su “matriz” disciplinar.

---

## Notas

<sup>i</sup> Cabe señalar que no todo problema ambiental descansa sobre escalas espaciales amplias, es decir se reconoce una “jerarquía” de problemas ambientales que influyen a nivel global, continental, regional y local (Cornejo *et al.* 2001)

<sup>ii</sup> A la dificultad mencionada se agrega que en los experimentos controlados resulta posible identificar hasta un solo factor entre un conjunto de variables que permanece constante. De aquí que dichos experimentos sea especialmente útiles en la detección de diversas vías causales (Peters 1993)

## Bibliografía

- BLACKBURN, Tim M, *Method in macroecology Basic and Applied Ecology*, 5: 401-412, 2004.
- BOCKING, Stephen, *Ecosystems, Ecologists, and the Atom. Environmental Research at Oak Ridge National Laboratory. Journal of the History of Biology*. 28(1): 1-47, 1995.
- BOWLER, Peter J, *Historia Fontana de las Ciencias Ambientales*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.
- BRAMWELL, Anna, *Ecology in the twentieth century: a history*. New Haven and London: Yale University Press, 1989.
- BROWN, James H, *Macroecología* Fondo de Cultura Económica, México: Ed. Medellín, R, 2003
- BUREL, Françoise y BAUDRY, Jacques (2004), *Landscape Ecology Concepts, Methods and Applications*. United States of America: Science Publishers, 1° ed.1999.
- CORNEJO, R; DE VIANA, Marta L y QUINTANA, M, Cambio global. perspectiva ético-epistemológica. En: CARACCILO, Ricardo y LETZEN, Diego, (eds.): *Epistemología e Historia de la Ciencia*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Vol. 7, 2001.



- DI CASTRI, Francesco (1996), La ecología en el tiempo real, En: THEYS, Jacques y KALAORA, Bernard (comp.): *La tierra ultrajada: los expertos son formales* México: Fondo de Cultura Económica, 1° ed. 1992.
- DI PASQUO, Federico M; FOLGUERA, Guillermo y ONNA, Alberto, La ecología disciplinar y la intrusión de la problemática ambiental: hacia la 'percepción de fenómenos globales'. *Observatorio Medioambiental*, 14: 21-39, 2011.
- DUNHAM, Arthur E y BEAUPRE, Steven J, Ecological Experiments: scale, phenomenology, mechanism and the illusion of generality. Pp. 27-49, en: RESETARITS, William J. Jr. y BERNARDO, Joseph (eds.): *Experimental ecology. Issues and perspectives*. Oxford. Oxford University Press, 1998.
- EBERHARDT, L. L. y THOMAS, J. M. Designing Environmental Field Studies. *Ecological Monographs*, 61(1): 53-73, 1991.
- GRINBERG, Miguel, *Ecofalacias. De cómo las multinacionales se apoderan del discurso del ambiente*. Argentina, Buenos Aires: Galerna, 1999.
- HARGROVE William W y PICKERING, John, Pseudoreplication: a sine qua non for regional ecology. *Landscape Ecology*, 6(4): 251-258, 1992.
- JAKSIC, Fabian y MARONE, Luis, *Ecología de Comunidades*. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile, 2007.
- KEMP, Michael W; PETERSEN, John E y GARDNER, Robert H, Scale-dependence and the problem of extrapolation. Implications for Experimental and Natural Coastal Ecosystems En: GARDNER, Robert H; KEMP, Michael W; PETERSEN, John E. y KENNEDY, Victor S (eds.): *Scaling relations in experimental ecology*. New York: Columbia University Press, 2001.
- KINGSLAND, Sharon E, Conveying the intellectual challenge of ecology: an historical perspective. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(7): 367-374, 2004.
- MCGARIGAL, Kevin y CUSHMAN, Samuel, A, Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. *Ecological Applications*, 12(2): 335-345, 2002.
- MIAO, ShiLi, CARSTENN, Susan y NUNGESSER, Martha, Introduction—Unprecedented Challenges in Ecological Research: Past and Present. Pp. 1-18, en: MIAO, ShiLi, CARSTENN, Susan y NUNGESSER, Martha, (eds.): *Real World Ecology. Large-Scale and Long-Term Case Studies and Methods*. New York: Springer Science, 2009.
- ODUM, Eugene y BARRETT, Gary, W (2008), *Fundamentos de Ecología*. México: Cengage Learning Editores, S. A. 1° ed. 1953.
- PASSMORE, John, 1978. *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza*. Madrid: Alianza, 1° ed. 1974.
- PETERS, Robert, H (1993), *A critique for ecology*. Great Britain: Cambridge University Press. 1° ed. 1991.

- 
- SCHNEIDER, David C, The Rise of the Concept of Scale in Ecology. *BioScience*, 51(7). 545-554, 2001.
- TURNER, Monica G; GARDNER, Robert, H y O'NEILL, Robert, V, *Landscape ecology in theory and practice. pattern and process* New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2001.
- WIENS, John A, Spatial Scaling in Ecology. *Functional Ecology*, 3(4): 385-397, 1989.
- \_\_\_\_\_. Ecology 2000: an essay on future directions in ecology. *Revista Chilena de Historia Natural*, 63: 309-315, 1990