

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS X JORNADAS

VOLUMEN 6 (2000), Nº 6

Pio García
Sergio H. Menna
Víctor Rodríguez
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



El lenguaje como sistema de representación

Cecilia Defagó*

Es conocido el impacto de Chomsky en el ámbito de la lingüística en particular y en las ciencias cognitivas en general. Uno de los aportes de su propuesta fue el apelar a distintas fuentes de información para dar cuenta del procesamiento del lenguaje, a saber: léxica, sintáctica y semántica o funcional. Para realizar este análisis Chomsky incorpora términos teóricos que han recibido distintas interpretaciones en el ámbito de la filosofía y la epistemología de la ciencia y de la mente. Uno de esos términos es el de representación.

A partir de la década del ochenta, en el ámbito de la gramática, Chomsky postula distintos niveles de representación para dar cuenta de la competencia lingüística de los hablantes nativos de una lengua. A pesar de esto, la noción de "representación" a la que ape- laba, aparece como un primitivo, no definido explícitamente y homologado generalmente con la noción de "sistema simbólico" (Chomsky 1995, p. 167). Sin embargo, teniendo en cuenta además que Chomsky considera que el lenguaje es una facultad de la especie hu- mana, cuya localización física está en el cerebro, es de suponer que la definición de la no- ción de representación que se adopte va a estar relacionada con el modelo teórico de fun- cionamiento de la mente/cerebro que tenga.

Consideramos que los aportes de la filosofía con respecto a la definición de este término nos permitirá una mayor profundización, discriminación y caracterización de los distintos tipos de información involucrada en los análisis propuestos por Chomsky y de sus impli- cancias cognitivas. Lo que nos proponemos para este trabajo es comenzar a indagar algunos de estos aportes teóricos acerca del concepto de *representación* y analizar brevemente las consecuencias de la adopción de algunos de ellos en los procesamientos involucrados. Es- pecíficamente nos proponemos analizar qué noción de representación está implícita en los planteos de Chomsky ya que pensamos que las respuestas que se den acerca de las mismas tendrán consecuencias en la concepción del funcionamiento cognitivo que se proponga, de allí su importancia.

En torno a la noción de representación

El lenguaje ha sido considerado generalmente como un medio de *representación del mundo, o de los estados mentales que los usuarios del lenguaje tienen acerca de él*.¹ Sin embargo, no es ésta la concepción de *representación* de las gramáticas generativas, puesto que lo que se pretende explicar apelando a las representaciones es la competencia lingüística, no entendida ésta como la relación entre el lenguaje y el mundo, sino como un estado de conocimiento autónomo en su contenido y estructura. Conocimiento éste que se refiere especialmente a los aspectos gramaticales del lenguaje natural y que da cuenta de la capaci- dad de los hablantes nativos de hacer juicios intuitivos acerca de la gramaticalidad de las expresiones con alto grado de regularidad.

Spelber y Wilson (1994), adoptando una posición cognitivista del lenguaje y de los pro- cesamientos involucrados en su producción y comprensión, dicen:

* Universidad Nacional de Córdoba.

La descripción lingüística de un enunciado está determinada por la gramática y no varía de acuerdo con los intereses o el punto de vista de los oyentes. (...) Esta descripción lingüística produce toda una serie de representaciones semánticas, una por cada sentido de la oración enunciada. Cada representación semántica es un esquema que debe ser completado e integrado en un supuesto sobre la intención informativa del hablante. (p. 218)

Si bien la concepción del procesamiento general del lenguaje de estos autores coincide con la de Chomsky, en la propuesta de este último no está clara la distinción entre el aspecto gramatical y el representacional. Para comenzar nuestra indagación vamos a partir de la apreciación de Cummins (1989):

Es un lugar común para la filosofía tratar el problema de la representación mental en abstracción a cualquier teoría científica particular o marco teórico. Considero esto un error. La representación mental es un supuesto teórico, no un lugar común del discurso ordinario. Suponer que la filosofía del sentido común, el computacionalismo ortodoxo, el conexionismo, las neurociencias, etc., todas hacen uso de la misma noción de representación es inocente. Incluso más, para comprender la noción de representación mental que está en la base de un particular marco teórico, uno debe comprender la función explicativa que dicho marco le asigna a las representaciones mentales. (p. 12)

La Gramática Generativa se ubica dentro de las Ciencias Cognitivas en general, particularmente dentro de la línea que Cummins llama el computacionalismo ortodoxo, concibiendo a la mente como un sistema complejo de procesamiento o manipulación de símbolos. Dentro de estas propuestas se le adjudican, tanto a las mentes como a las computadoras, tres niveles de organización:

1-físico (o biológico), que corresponde al sustento físico sobre los que operan sistemas más abstractos.

2-simbólico (Pylyshyn), o algorítmico (Marr), o de diseño (Dennett), corresponde a la estructura del código de símbolos sobre los que operan los cómputos, sus relaciones están definidas formalmente y se caracterizan generalmente por contener un conjunto finito de símbolos simples y un conjunto finito también de reglas de combinación, a partir de los cuales se produce un conjunto infinito de símbolos complejos. Dentro de las propiedades de este nivel, destacamos aquellas que se les adjudican a los algoritmos (Haugeland, 1988) como sistemas formales, infalibles o determinísticos y automáticos, según dice Haugeland:

Hay que recordar que para ejecutar un algoritmo se requiere de un repertorio finito y fijo de habilidades primarias -tanto para las operaciones primarias como para seguir las fórmulas primarias (...). La única restricción es que finalmente todas las habilidades necesarias sean analizadas como habilidades del nivel más bajo, que son realmente primarias -habilidades tan "faltas de inteligencia y mecánicas" que hasta una máquina podría tener. (p. 79)

3-semántico (Pylyshyn), o de cómputo (Marr), o intencional (Dennett), en este nivel se explican los comportamientos de las personas o las máquinas, suponiendo que dicha conducta es de alguna manera significativa o racional.

Generalmente se ejemplifican estos niveles de organización analizando el funcionamiento de las calculadoras, sin embargo también lo podemos hacer con el ejemplo del lenguaje natural. El nivel físico será el cerebro, en especial las áreas donde se localizan las funciones del lenguaje (área de Broca y de Wernika, del hemisferio izquierdo). Una lesión en dicha zona significa la pérdida de la facultad. Sin embargo, existen algunas afecciones

que alteran parte de la función del lenguaje, y en ese caso podemos especular, en base a los aspectos funcionales dañados, acerca de los algoritmos involucrados en la producción del lenguaje. Finalmente es posible observar que la racionalidad, intencionalidad o valor semántico de lo ejecutado es independiente del funcionamiento apropiado del algoritmo en cuestión. Este desacoplamiento se puede advertir en casos de lesión en ciertas áreas del hemisferio derecho del cerebro, provocando una comprensión literal de los mensajes, y no pragmática o situacional (H. Gardner, 1987).

Ahora bien, una vez descriptos estos niveles de organización, ¿dónde se ubican las representaciones? Según la perspectiva clásica, ciertas clases de sistemas, dentro de las que se incluyen a las mentes y a las computadoras, operan sobre representaciones, las que interactúan entre el funcionamiento de un sistema (o algoritmos) y las explicaciones psicológicas (semánticas o intencionales); en tal sentido dice Cussins (1994):

La teorización en la ciencia cognitiva se basa (...) en una concepción de la relación que existe entre los artefactos de cómputo y las explicaciones psicológicas. La teoría de la representación funge como mediadora de esta relación (p. 410)

El mismo autor agrega que las representaciones son en sí mismas objetos físicos con dos propiedades: las de *vehículo* de la representación y las de *contenido* de la representación:

Las propiedades de un vehículo de representación son todas las propiedades que tienen un efecto computacional (por ejemplo las propiedades sintácticas del código LISP). Son propiedades que afectan al funcionamiento computacional del modelo. Y las propiedades que forman el contenido de la representación son todas las que tienen un efecto psicológico (por ejemplo las propiedades semánticas del ámbito de la tarea del código LISP). Son las propiedades psicológicas que se deducen del modelo. (p. 410)

A partir de estos elementos Cussins propone cuatro niveles de análisis en las ciencias cognitivas, a saber:

- | | | |
|---|--|-----------------------------|
| (1) Tipos de explicaciones psicológicas | ™ Psicología, Filosofía de la Psicología | |
| (2) Tipos de contenidos de representación | ™ Semántica | Teoría de la Representación |
| (3) Tipos de vehículos de representación | ™ Lógica, IA, Ling. | |
| (4) Tipos de computación | ™ Ciencia de la Computación, IA | |

Fig. 1

Como se puede observar en la fig. 1, la noción de representación corresponde a dos niveles de análisis, donde están implicadas las propiedades de contenido y de vehículo, pero, ¿cómo se relacionan estos dos niveles? La respuesta que el cognitivismo clásico, o computacionalismo ortodoxo, da a esta pregunta, es la de proponer una teoría de la representación en términos de su sintaxis combinatoria y su semántica combinatoria. Dice Cussins (1994):

Lo que resulta tan notable del LDP (Lenguaje del Pensamiento) es su capacidad para darse cuenta de que la manera de lograr la conexión Inteligible requerida entre el componente computacional y el componente psicológico del modelaje de la ciencia cognoscitiva radica en desarrollar un sistema de representación sintáctico y semántico para el

cual la sintaxis se ejecute a través de cómputos y la semántica resulte adecuada para la explicación psicológica. (p. 421)

Y agrega:

La teoría sintáctica de un sistema de representación proporciona una especificación recursiva de todas y cada una de las concatenaciones lógicas de las representaciones atómicas del sistema. La teoría semántica del sistema de representación ofrece una especificación axiomatizable recursiva de la interpretación de todas las representaciones legales. (p. 420)

A pesar de que ambos componentes, sintaxis y semántica, son independientes, la teoría sintáctica deberá respetar las restricciones semánticas, es decir que, desde el punto de vista explicativo, deben estar relacionadas (aunque los formalismos de la sintaxis sean independientes de las características semánticas) *"lo que la teoría S/S proporciona es un nivel independiente de la sintaxis que marcha al mismo paso del nivel semántico."* (p. 420)

Esto no es posible observarlo dentro de la propuesta de Chomsky ya que si bien la sintaxis es independiente de la semántica, sus formalismos no están vinculados a ésta desde el punto de vista explicativo. Es decir, no todos los formalismos de la sintaxis de las GG se relacionan con interpretaciones semánticas. Además, tal como define Cussins, en el modelo representacional S/S, tanto la sintaxis como la semántica operan recursivamente sobre *representaciones*, por lo que el planteo sobre las mismas no parecería resolverse por este medio.

La caracterización que Pylyshyn y Marr hacen del funcionamiento simbólico de mentes y computadoras ofrece un modelo de descripción que nos permite profundizar el análisis de las relaciones entre las representaciones concebidas como vehículo y como contenido de la propuesta de Cussins. Consideramos que estas propuestas de análisis permiten comprender mejor cómo la sintaxis se relaciona con la semántica, iluminando, desde nuestra perspectiva, aspectos de la propuesta de Chomsky que nos interesa analizar. A pesar de las diferencias terminológicas que ya pudimos observar, para los fines de este trabajo, se pueden reconocer coincidencias en el alcance de ciertas nociones, lo que nos permitirá comparar o complementar las distintas propuestas teóricas consideradas. Hechas estas aclaraciones, pasamos a exponer la concepción que estos autores ofrecen sobre las representaciones.

Tanto Marr como Pylyshyn distinguen entre cómputo y algoritmo en el momento de dar cuenta del procesamiento de la información. En este sentido, la noción de cómputo que estos autores usan correspondería más a una relación entre los puntos (1) y (4) de la figura 1, es decir, entre los tipos de explicaciones psicológicas y los tipos de computación, que a este último aspecto únicamente. Por otra parte, la noción de algoritmo está relacionada con los tipos de vehículos de representación. Marr (1994) dice al respecto de la inteligencia artificial.

Un resultado en inteligencia artificial, consiste en aislar un problema particular de procesamiento de información, formular una teoría computacional para él, construir un algoritmo que lo lleve a cabo y demostrar en la práctica que el algoritmo es adecuado. (p. 154)

Y agrega:

La noción de la teoría de "competencia" de Chomsky (1965) de la sintaxis inglesa es precisamente lo que quiero expresar cuando hablo de teoría de computación para ese

problema. Tienen la capacidad de ocuparse poco de los detalles sangrientos de los algoritmos que deben aplicarse para expresar la competencia (es decir, para realizar el cómputo). Esto no quiere decir que sea fácil idear algoritmos satisfactorios, sino que, antes de que podamos imaginarlos, debemos saber exactamente qué se suponen que deben hacer y esta información es captada por la teoría computacional. (p. 154)

En este sentido decimos que en la propuesta de Marr y Pylyshyn, la noción de cómputo está relacionada con la clase de conducta o competencia que se quiere explicar, siendo los algoritmos los medios que lo llevan a cabo. Pylyshyn (1991) dice al respecto:

En el mayor nivel de abstracción la clase de mecanismos llamados cómputos son los únicos mecanismos conocidos que son lo suficientemente plásticos en su comportamiento para captar la plasticidad de la condición humana. Son también los únicos mecanismos capaces de producir conductas que puedan ser descriptas como dependientes de conocimiento. (p. 52)

Y reflexionando acerca de la concepción de Marr (1994), agrega:

Él argumenta que si uno comienza por proponer un algoritmo particular usado por un organismo sin antes comprender exactamente qué se supone que dicho algoritmo debe computar, uno corre el peligro de simplemente imitar fragmentos de comportamiento sin comprender los principios o los fines que esa conducta está satisfaciendo. (p. 65)

Si consideramos que el sistema de cómputos de la última propuesta de Chomsky puede ser caracterizado en los términos que Marr y Pylyshyn proponen justamente para los "cómputos" o tercer nivel, queda por saber cuál es el algoritmo que lo lleva a cabo. Pero antes de intentar contestar a esta pregunta, trataremos de profundizar más en las propuestas de estos autores para delimitar la noción de representación que consideramos satisface el planteo general de Chomsky.

Pylyshyn (1993) distingue además entre lo que él llama "la arquitectura funcional de un sistema cognitivo" y "las reglas y representaciones" que usa. Para explicar dicha distinción, comienza reflexionando acerca de las implicancias de la idea de que "*las regularidades en la conducta están basadas en reglas y representaciones*" y dice:

Cuando las personas apelan a la existencia de reglas para explicar las generalizaciones acerca del comportamiento actual o potencial (...) pueden justificablemente afirmar que su teoría "involucra reglas" o que la persona tiene "internalizado un sistema de reglas", mientras hace diferentes presunciones acerca de los aspectos significantes empíricamente del sistema de reglas, o acerca de cómo el sistema de reglas entra dentro de la causación del comportamiento. (p. 236)

Pylyshyn distingue así entre representaciones explícitas e implícitas, aunque considera que el término representación sólo le corresponde a las primeras. El aspecto principal que las diferencia es el que sean o no "cognitivamente penetrables", considerando que sólo las primeras (las representaciones explícitas) lo son, puesto que sus representaciones no son inmunes a los cambios de creencias o de estados del mundo, es decir son consideradas como "*semánticamente maleables*".

Esta diferencia entre representaciones explícitas e implícitas se manifiesta en otros aspectos que Pylyshyn atribuye a dichas nociones al distinguir entre capacidades cognitivas y regularidades gobernadas por representaciones. Mientras que las primeras "*pueden cambiar pero no de una manera que pueda ser explicado como una respuesta racional de las creencias de una persona*", y en tal sentido considera que "*las capacidades cognitivas no son*

cognitivamente penetrables", las segundas sí son cognitivamente penetrables, puesto que no son inmunes a los cambios de creencias. Agrega en una nota (10) que "las capacidades se supone que son esos mecanismos cuyo comportamiento no necesita ser explicado en términos de reglas y representaciones", por lo que podríamos considerar que estas corresponden a las representaciones implícitas.

Al respecto Pylyshyn (1993) dice:

Las capacidades cognitivas pueden cambiar, pero no de una manera que pueda ser explicado como una respuesta racional para lo que la persona cree: en otras palabras, las capacidades cognitivas no son penetrables cognitivamente. (p. 242)

Tomando esta perspectiva de análisis, surgen dos planteos independientes:

1- Determinar el nivel al que pertenecería la propuesta de descripción lingüística de Chomsky (al de los cómputos o al de los algoritmos), y el o los tipos de representaciones involucradas (explícitas o implícitas).

2- Definir los elementos involucrados en el proceso de derivación (bien como capacidades cognitivas impenetrables, o como ciertas regularidades cognitivamente penetrables)

En relación con las características que les venimos adscribiendo a la noción de representación, dentro del planteo de Principios y Parámetros (PyP) de Chomsky se puede advertir:

1-representaciones con propiedad de vehículo y con propiedades de contenido, correspondiendo las primeras a la derivación y las segundas a los niveles de representación propuestos (Estructura-P, Estructura-S, Forma Lógica y Forma Fonética).

2-representaciones implícitas y explícitas, siendo las primeras cognitivamente impenetrables y las segundas no. Correspondiendo tanto las derivaciones como los niveles internos de representación (E-P y E-S) a las primeras y sólo la salida de las E-S y FL es interpretable (en parte) en términos de las segundas.

Esta variedad de aspectos que caen bajo el término de representación parecería superarse en el Programa Minimalista (PM) desarrollado por Chomsky en la década del noventa, porque propone un único nivel de representación cuyos productos corresponden a la información (o representaciones) de entrada de los niveles de interfaces: el perceptivo-articulatorio y el conceptual-intencional.

Dicho nivel de representación es producto de los procesamientos realizados por los "sistemas de cómputos" que pueden ser interpretados en los mismos términos de Marr, considerando que sus procesamientos internos son realizados por medio de algoritmos. En esta propuesta, las representaciones pueden ser consideradas en los términos de las representaciones explícitas de Pylyshyn, pero ahora, aparentemente, sin la dificultad que presentaba el proponer niveles intermedios de representación. Eliminados éstos, todas las representaciones propuestas parecen corresponder a las cognitivamente penetrables o explícitas. Sin embargo, vale la pena recordar que si bien Chomsky propone sólo un nivel de representación, dicho término surge también cuando describe otra etapa del procesamiento, a saber: el léxico.

La salida del léxico o numeración correspondería a las representaciones sobre las que actúan los sistemas de cómputos, pero, por las descripciones aportadas por Chomsky, a diferencia del otro nivel de representación, éstas deberían ser impenetrables. Sin embargo, a partir de la evidencia aportada por el análisis de algunos casos concretos, que por razones de espacio no podremos desarrollar aquí, consideramos que en ambos casos el término

representación es utilizado con el mismo sentido: por su propiedad de poseer un contenido conceptual y por ser cognitivamente penetrable.

Otro aspecto de la propuesta de Chomsky que consideramos y que es susceptible de ser tratado como "cognitivamente penetrable" es la teoría de los roles temáticos, que ubica en la E-P en PyP, y en el PM dentro de los sistemas de cómputos. Por el lugar que se le asigna a este aspecto en sus propuestas, su procesamiento no solo sería automático y obligatorio, sino que no dependería de la presencia de información externa. Sin embargo, consideramos que la determinación de los roles temáticos depende de otro tipo de información no-lingüística, dentro de la que se puede incluir información semántica y funcional.

Siguiendo el planteo que hace Pylyshyn, y revisando el modelo de Chomsky, deberíamos entonces hablar de dos instancias de representación, una conceptual y que ingresa en la numeración, previa al procesamiento propiamente lingüístico, donde también ubicaríamos la determinación de los roles temáticos (no más dentro de los sistemas de cómputos) y otra que sirve como entrada para la interfaz conceptual-intencional. En ambos casos consideramos, a partir de lo expuesto, que se trata de representaciones explícitas, y por lo tanto cognitivamente penetrables.

Sin embargo, debemos agregar que, si bien en el PM se sostiene que los productos de los sistemas de cómputos ingresan a la interface conceptual-intencional, consideramos, también a partir de ciertos datos que por razones de espacio no podemos ofrecer aquí, que es posible suponer que el procesamiento conceptual es previo al procesamiento eminentemente lingüístico y no posterior, suponiendo además que la información procesada conceptualmente es diferente a la que interviene en el procesamiento intencional. De allí que consideramos que "intensionalidad" e "intencionalidad" corresponden a instancias distintas en el procesamiento del lenguaje.

Notas

¹ Este fue el supuesto de gran parte de la Lingüística de este siglo, y sigue siendo, en líneas generales, el de la Sociolingüística, la Etnolingüística, la Antropolingüística, etc.

² Esto coincide con la propuesta de Montague (1974) acerca de que los formalismos sintácticos no deben ir más allá de los semánticos.

Referencias bibliográficas

- Cummins, R. (1989). *Meaning and Mental Representation*. The MIT Press. Cambridge, Mass.
- Cussins, (1994): "La construcción conexionista de conceptos". En Boden, M (ed.), *Filosofía de la Inteligencia Artificial*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Chomsky, N. (1989): *El conocimiento del lenguaje*. Alianza Editorial. Madrid.
- Chomsky, N. (1995). *The Minimalist Program*. The MIT Press, Cambridge, Mass. (Ed. Cas. *El Programa Minimalista*, Alianza Editorial, Madrid, 1999)
- Dennett, D. (1991): *La Actitud Intencional*. Ed. Gedisa. Barcelona.
- Gardner, H. (1987): *Estructuras de la Mente*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Haugeland, J. (1988). *La Inteligencia Artificial*. Ed. Siglo XXI. México.
- Marr, D. (1994). "La Inteligencia Artificial. un punto de vista personal". En Boden, M (ed.), *Filosofía de la Inteligencia Artificial*. Fondo de Cultura Económica. México
- Pylyshyn, Z. (1991). "Computing in Cognitive Science". En Posner, M.(ed.), *Foundations of Cognitive Science*. The MIT Press. Cambridge. Mass.
- Pylyshyn, Z. (1993). "Rules and Representations: Chomsky and Representational Realism. En Kasher, A. (ed.), *The Chomskyan Turn*. Blackwell. Cambridge. Mass.
- Spelber, D. y Wilson, D (1994): *La Relevancia*. Ed. Visor, Madrid.

Aspectos históricos y epistemológicos de la ecología

M.L. de Viana / R. Cornejo / M. Quintana*

El objetivo del trabajo es a partir de un análisis histórico de la ecología, discutir algunas ideas que han influido en el desarrollo de los conocimientos y de la influencia del marco conceptual desde donde se generaron esos conocimientos.

Entre las disciplinas biológicas la ecología es una ciencia heterogénea, plural y abarcadora, lo que se evidencia desde sus orígenes, en las clásicas divisiones (ecología animal, vegetal, limnología, oceanografía, ecología de poblaciones, de comunidades), y en los aspectos relativos a sus aplicaciones (forestación, piscicultura, agronomía, control de plagas, manejo de vida silvestre, conservación), producto de los distintos niveles de organización que forman parte del objeto de estudio de la ecología: organismos, poblaciones y comunidades.

En el nivel de los organismos, la ecología intenta responder preguntas vinculadas con cómo los individuos están afectados y afectan su ambiente biótico y abiótico, es decir estamos hablando de niveles de tolerancia, ciclos vitales, condiciones y recursos que afectan la supervivencia y reproducción. En el nivel de las poblaciones, la ecología estudia la presencia o ausencia de especies particulares, su abundancia o rareza, sus tendencias o fluctuaciones en número a lo largo del tiempo y las interacciones entre los miembros de una población. La ecología de comunidades trata su composición o estructura, las rutas de energía y materiales, conjuntamente con las interacciones entre las distintas especies y la influencia humana en los sistemas naturales.

A pesar de la heterogeneidad y el desarrollo casi independiente de las distintas ramas en ecología, en todas ha estado presente una noción que ha impregnado el pensamiento occidental: "la de un mundo perfectamente diseñado". Esta afirmación destaca un orden providencial en la naturaleza y es retomado a través del sinónimo "balance de la naturaleza o equilibrio natural" que provienen de la metafísica griega, que influyó en el desarrollo de las concepciones ecológicas en el siglo XVIII y comienzos del XIX. Según esta visión del mundo, la naturaleza está en armonía y la lucha por la existencia es benigna y está programada para mantener el equilibrio natural.

Si bien existen antecedentes de importancia desde la antigüedad en la conformación de la disciplina, el origen de la ecología como ciencia se ubica en la época de publicación de *El Origen de las Especies* por Charles Darwin en 1859.

El término "Ecología" fue introducido en 1860 por Ernst Haeckel, un zoólogo alemán admirador de Darwin y defensor de la teoría de la evolución. Haeckel consideraba que era necesario un término para referirse a la lucha por la existencia que Darwin había discutido en su tratado y definió a la ecología *como la investigación de todas las relaciones de los animales con su ambiente orgánico e inorgánico, incluyendo sobre todo las relaciones amistosas y de enemistad con los animales y plantas con los que en tales ambientes entran en contacto directo o indirecto*. Es decir, el estudio de todas las complejas interrelaciones que Darwin consideraba como condiciones de la lucha por la existencia. Sin em-

* INEAH (Instituto de Ecología y Ambiente Humano), Consejo de Investigación, Universidad Nacional de Salta.

bargo Haeckel se empeñó en demostrar cómo a pesar de la lucha por la existencia, la naturaleza se caracteriza por un balance de fuerzas opuestas que como resultado producía una selección que era benéfica y restauradora del "sano equilibrio natural".

La publicación de *El Origen de las Especies* por Darwin, constituye un hito en la historia de las ciencias y adquirió para la Biología en general y la Ecología en particular, carácter de teoría integradora. La visión Darwiniana refutó la filosofía tradicional, basada en la búsqueda de la justificación última y explicó los fenómenos de la naturaleza en base a dos ideas principales: – el árbol único de la vida (las diferentes especies que hoy pueblan la tierra, tienen antepasados comunes) y – la selección natural (basada en la supervivencia y reproducción diferencial de los organismos de una población) que es el proceso responsable del árbol único de la vida.

El darwinismo era incompatible con la visión idealista de la metafísica griega que concibe a los objetos materiales del mundo como estructuras formales ideales y sin cambios en su esencia. Según Lewontin, una consecuencia necesaria de la metafísica griega es que las diferencias entre objetos que pertenecen al mismo tipo, poseen una ontología y ontogenia diferente de aquellas diferencias entre los tipos. Las primeras son consideradas ruido o disturbios y por lo tanto confunden nuestros intentos de descubrir la estructura esencial o ideal del universo. El fin de la filosofía y de la ciencia según esta visión, es poder ver a través de las variaciones y distinguir las formas ideales (Simberloff 1980).

Según Mayr (1963, 1998), el dominio de la visión idealista y tipológica en biología, atrasó la comprensión del evento evolutivo más dramático: la especiación. Ya que si las especies responden a tipos, esencias o ideales que eran fijos por definición, no había lugar para la ocurrencia de la evolución y mucho menos aún si ésta resulta en la producción de nuevas especies o tipos. Los especímenes tipo de la taxonomía, son un legado de la metafísica griega.

La revolución de Darwin (1859) consistió en examinar la variación individual que era descartada como ruido en los tipos, esencias o ideales y por lo tanto la variación entre individuos y entre especies ya no era diferente, sino que estaban causalmente conectadas. Esto ocasionó un reemplazo de la metafísica griega por un materialismo que se fue afianzando con los avances en genética realizados por Mendel (la herencia particulada), la distinción de Johannsen entre fenotipo y genotipo con el reconocimiento de que la morfología, la fisiología y el comportamiento, no son una traducción directa de los genes, sino el producto de una interacción compleja e inseparable entre genes y ambiente. Otro hito fue el reconocimiento de la importancia del azar en los procesos naturales, lo que finalizó con la idea de ortogénesis (tendencias impulsadas por fuerzas divinas).

A los efectos de facilitar el análisis histórico, destacamos 5 fases principales, lo que es una gran simplificación y como división es arbitraria aunque puede ayudar en una síntesis de este tipo, especialmente al vincular los momentos históricos con algunas líneas de investigación que predominaron.

I.- A comienzos del siglo, la ecología era entendida como un acercamiento dinámico y experimental para el estudio de la adaptación, sucesión e interacciones. Se desarrollaron métodos cuantitativos en el estudio de poblaciones y comunidades y principios teóricos acerca de los cambios temporales en las comunidades, con las nociones de clímax y superorganismo.

A pesar del cambio de marco conceptual iniciado por Darwin, Frederic Clements, autor del primer libro de Ecología. *Research Methods in Ecology* (1905), desarrolló una teoría basada en dos ideas principales: el concepto de sucesión ecológica de las formaciones vegetales y el abordaje de las comunidades vegetales como un "organismo complejo" que seguía un ciclo de vida y una historia evolutiva, análogo al desarrollo de un organismo.

Esta concepción del "superorganismo" en la que las distintas poblaciones en la naturaleza están integradas en entidades orgánicas bien definidas, se convirtió en el primer modelo ecológico. La base de esta concepción es que las comunidades siguen un ciclo vital y una historia evolutiva análoga a la de un organismo. También utilizó la idea de clímax para desarrollar un sistema de clasificación de las unidades de vegetación que dominaron la ecología vegetal durante la primera mitad del siglo XX.

Recién en la década del 50 se abandonó la concepción de Clements a pesar de que Henry Allen Gleason (1882-1975) ya en 1926 propuso el concepto individualista de las asociaciones vegetales en contraposición a la metáfora organismica. Argumentaba que no existían comunidades vegetales fijas y definidas ya que era conciente de que los cambios ambientales aún de corta duración, podían ejercer efectos profundos en la abundancia de las especies.

II. A mediados de los años 20, comienza el auge de la ecología matemática, los modelos de crecimiento poblacional y de interacciones. Surgieron los conceptos de "Cadena alimentaria", "Pirámide de números" y "Nicho".

La ecología matemática comenzó con el análisis del crecimiento poblacional dentro de una especie a partir de los estudios de Raymond Pearl sobre los cambios en las poblaciones humanas luego de la I Guerra Mundial y descubrió que el crecimiento de la población humana en el tiempo seguía una curva regular, que denominó logística y comenzó a ser utilizada por los ecólogos que querían estudiar las fluctuaciones poblacionales.

La ecuación logística fue empleada independientemente por el físico italiano Vito Volterra y el matemático Alfred Lotka, para construir un modelo básico de competencia entre dos especies y de predación también en un sistema de dos especies.

Elton desarrolló el concepto de nicho como referencia al lugar de los animales en la cadena alimenticia. La interpretación de Grinnel del nicho está vinculada con el lugar donde vive el organismo y era indistinguible del concepto de hábitat. En cambio para Gause el nicho indicaba el lugar de una especie en la comunidad y formuló el principio de la exclusión competitiva.

III. En 1950 aparece la noción de Ecosistema (propuesta por Arthur Tansley) como una unidad de estudio que comprende todas las interacciones entre el medio ambiente físico (condiciones y recursos) y el biológico. Se desarrolló experimentalmente la hipótesis de Gause. Competencia y Nicho se constituyen en activos campos de investigación, conjuntamente con los mecanismos de regulación de las poblaciones.

El concepto de nicho fue rigurosamente definido recién en 1957 por Hutchinson como un hipervolumen de n dimensiones (que comprende las condiciones y recursos) en donde una población puede completar su ciclo vital.

A pesar de la intención de Hutchinson de definir el nicho, existen problemas con la adopción de los diferentes conceptos teóricos que en el momento de ir a la práctica presen-

tan problemas metodológicos y experimentales, es decir obstáculos epistemológicos (sensu Bachelard), como las dificultades que obstaculizan el desarrollo de la disciplina (el obstáculo básico que presenta la experiencia misma o el conocimiento general).

IV. A partir de los años 70 se considera que las regiones más críticas desde el punto de vista ecológico, son las zonas de interpenetración de ecosistemas diferentes, que al reunirse forman un todo llamado biósfera. Esta época se caracterizó por la crisis ambiental, tomándose conciencia del carácter limitado de los recursos naturales y de la problemática ambiental generada por el crecimiento de las poblaciones humanas y la contaminación producto del desarrollo industrial y de la agricultura.

En 1974 se realizó el primer congreso internacional de ecología en La Haya, bajo el Tema "Conceptos unificadores en Ecología", donde se abordaron temas vinculados con el flujo de materiales y energía entre los niveles tróficos, con una crítica profunda a este concepto y temas vinculados con la diversidad, estabilidad y madurez de los sistemas naturales y de los influidos por actividades humanas.

V. La etapa final está caracterizada por la inclusión en el concepto mismo de ecología, del papel predominante que la humanidad desempeña en la biósfera, de la responsabilidad que tiene en su evolución y de la necesidad de tomar en consideración ciertos aspectos intangibles o no cuantificables del ser humano, tales como la percepción que se tiene del entorno y la manera como se concibe la calidad de la vida. Representa la Conciencia del Cambio Global, como problemática ecológica e interdisciplinaria.

El cambio global entendido como un conjunto de componentes interactuantes que alteran la estructura y función de la tierra como sistema, y se incluyen tanto los cambios que alteran los fluidos que envuelven el sistema terrestre, atmósfera y océanos (el aumento de CO₂, CFC, metano, ON, radiación UV y disminución del ozono estratosférico) como los cambios que ocurren en sitios discretos pero dada su magnitud y distribución, constituyen un cambio global como los cambios en la cobertura y usos de la tierra, fragmentación de ambientes, invasiones biológicas, residuos, desertificación, pérdida de biodiversidad, entre otros.

Queremos destacar la iniciativa para una biósfera sustentable, encarada por la sociedad americana de ecología y los dos últimos congresos internacionales de ecología 1994 - 1998 en Manchester e Italia y de la IUFRO, donde una vez más se destaca el rol de las actividades humanas, la necesidad de reconocer, anticipar y trabajar con el cambio global y al mismo tiempo tratar de minimizar sus consecuencias. Debemos reconocer que somos la primera generación que percibe cómo el sistema tierra está cambiando y al mismo tiempo somos la última generación con la oportunidad de afectar el curso de muchos de esos cambios.

Así como los avances en física moderna sugieren que se debería abandonar la idea de una sustancia o esencia ya que no hay una entidad idéntica a sí misma que persista en el tiempo, sino un conjunto interactuante de sucesos o procesos, de la misma manera la concepción actual en ecología está caracterizada por el estudio de los procesos, las regulaciones externas de los sistemas abiertos, el carácter probabilista de las interacciones y por la inclusión, en el concepto mismo de ecología del papel predominante que la humanidad desempeña en su evolución en el marco del cambio global. La Ética entra en vinculación

directa con la ecología a través del análisis y reformulación de los vínculos humanidad - naturaleza.

El problema de la impredecibilidad y complejidad está presente en todos los aspectos del desarrollo actual de la ecología, lo que produce un ir y venir permanentes con relación a escalas y niveles de análisis de los mecanismos y procesos que operan en los distintos niveles objeto de estudio de la ecología. Los problemas ambientales actuales incluidos en el cambio global, pusieron de manifiesto la irrelevancia del antiguo debate entre ecólogos acerca de trabajar en sistemas "prístinos" o influidos por actividades humanas al tiempo que implicó la consideración del mundo en la concepción del pensamiento complejo relacionado con el impacto de las actividades humanas.

Entre los problemas que debe abordar la ecología pueden mencionarse la mitigación de áreas alteradas, la descontaminación, la elasticidad y vulnerabilidad de los sistemas naturales en su respuesta a los cambios o perturbaciones o la sustentabilidad de los sistemas naturales, por mencionar algunos. Ello ha incorporado una cantidad de interrogantes que exigen respuestas, redefiniciones teóricas y prácticas, nuevas metodologías donde la ecología reelabora su rol como ciencia. Sin embargo, resulta insuficiente ya que aún persisten lastres de una concepción de ciencia tradicional que simplifica la realidad, especialmente en estudios vinculados con la teoría clásica de la competencia y las situaciones de equilibrio. Aquí el azar y las perturbaciones son considerados ruido y no un componente fundamental de los sistemas y, además, excluye de su análisis el efecto complejizador de otras interacciones y en particular las actividades humanas, hoy en día inseparables de los sistemas naturales.

Así, la Ecología, conjuntamente con el aporte de otras ciencias como la física, la sociología, la matemática, la biología, la geología, la química, la filosofía entre otras, se ha enriquecido y al mismo tiempo ha ido configurando una identidad creciente en la que se resig-nifica permanentemente.

Bibliografía

- Bachelard, G. 1945. *La Formación del Espíritu Científico*. Ed. Siglo XXI
- Cornejo, R. y M. de Viana. 1997. Reduccionismo y holismo en biología. IX Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia.
- Deleage, J.P. 1991. *Historia de la Ecología*. Ed. Icaria. Barcelona.
- de Viana, M. 1992. Un Problema Ético - Ecológico: La Degradación. *Puerta Abierta* #5
- Acreche, N. y M. de Viana. 1993. Darwin y la Ecología. *Claves*, II, 19. 22.
- de Viana, M. y N. Acreche. 1993. Oriente, occidente y la Teoría Ecológica. *Claves*, II, 21: 22.
- de Viana, M.L., Núñez, A. y Acosta R. 1997. Ecología en el nivel terciario: Qué y como se enseña. I Jornadas Educativas del NOA.
- de Viana, M.L. 1998. Cambio Global y Problemática Ambiental Local. Conferencia curso de postgrado de "Derecho Ambiental". Universidad Católica de Salta, Universidad Nacional de Salta. Ilustre Colegio de Abogados de Madrid y Colegio de Abogados de Salta.
- Feyerabend, P.K. 1989. *Límites de la ciencia*. Ed. Paidós, Barcelona.
- Feyerabend, P.K. 1992. *Tratado contra el método*. Ed. Tecnos, Madrid.
- Forbes, S.A. 1887. The lake as a microcosm. *Bull. Illinois State Lab. Nat. Hist.* 1: 5-10.
- Grimm, V. & C. Wissel. 1997. Babel, or the ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. *Oecologia* 109. 323-334.
- Johnson, A.R. 1994. Ecological theory. *Bull. Ecol. Soc.* 75. 172-173
- Kuhn, T.S. 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Kuhn, T.S. 1989. *Qué son las revoluciones científicas y otros ensayos*. Ed. Paidós. Barcelona.
- Lakatos, I. 1983. *La metodología de los programas de investigación científica*. Ed. Alianza. Madrid.

- Lakatos, I. 1987. *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Tecnos, Madrid.
- Levins, R. & R. Lewontin. 1980. Dialectics and reductionism in ecology. *Synthese*, 43: 47-78.
- Mari, E. 1990. *Elementos de epistemología comparada*. Ed. Punto Sur, Buenos Aires.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Mayr, E. 1998. *Así es la Biología*. Ed. Debate.
- McIntosh, R. P. 1980. The background and some current problems of theoretical ecology. *Synthese*, 43: 195-256.
- Popper, K. 1998. *Los dos problemas fundamentales de la epistemología*. Ed. Tecnos, Madrid.
- Real, L.A. & J.H. Brown. 1991. *Foundations of ecology. Classic papers with commentaries*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Simberloff, D. 1980. A succession of paradigms in Ecology: Essentialism to materialism and probabilism. *Synthese*, 43: 3-40.