

*J*

COLECCIÓN JURÍDICA

# EVOLUCIÓN BIOLÓGICA DE LA MORAL Y EL DERECHO

JULIA SANDRA BERNAL CRESPO

*Juridical*





EVOLUCIÓN BIOLÓGICA  
DE LA MORAL Y EL DERECHO



# EVOLUCIÓN BIOLÓGICA DE LA MORAL Y EL DERECHO

Julia Sandra Bernal Crespo



Barranquilla - Bogotá  
COLOMBIA, 2011

Bernal Crespo, Julia Sandra.

Evolución biológica de la moral y el derecho / Julia Sandra Bernal Crespo. – Barranquilla : Editorial Universidad del Norte, 2011.

374 p. : il. 16 x 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas (p. 323-352) y glosario.

ISBN 978-958-741-136-2

1. Ética evolucionista. 2. Derecho—Aspectos morales y éticos. I. Tit. (171.7 B518 22 ed.) (CO-BrUNB)



[www.uninorte.edu.co](http://www.uninorte.edu.co)

Km 5, vía a Puerto Colombia

A.A. 1569, Barranquilla (Colombia)



Grupo Editorial

**IBAÑEZ**

[www.webmail.grupoeditorialibanez.com](http://www.webmail.grupoeditorialibanez.com)

Carrera 69 Bis N° 36-20 sur

Bogotá (Colombia)

© Editorial Universidad del Norte, 2011

© Grupo Editorial Ibañez, 2011

© Julia Sandra Bernal Crespo, 2011

*Coordinación editorial*

Zoila Sotomayor O.

*Diseño y diagramación*

Elizabeth Contreras Sanabria

Munir Kharfan de los Reyes

*Diseño de portada*

Joaquín Camargo Valle

*Corrección de textos*

María Guerrero

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro por cualquier proceso reprográfico o fónico, especialmente por fotocopia, microfilme, *offset* o mimeógrafo.

Ley 23 de 1982.

# Contenido

Abreviaturas . . . . .	v
Introducción . . . . .	.ix

## **CAPÍTULO 1** Los seres vivos y el origen de la especie humana

Los seres vivos .....	1
La organización de lo vivo, 1	
Niveles de organización y relaciones con otros organismos, 10	
El proceso evolutivo de los seres vivos, 14	
El proceso evolutivo a nivel del organismo, 27	
A nivel de poblaciones y de especies, 33	
En las especies sociales, 38	
Nuestra especie, .....	48
Filogenia - árbol filogenético, 49	
Nuestros parientes más próximos, 68	
Origen de la especie humana, 81	
Una sola especie, 83	
Épocas de hominización, 86	
Proceso de hominización, 95	
Una hipótesis, 119	
La organización social, 126	

## **CAPÍTULO 2**

### **Moral y derecho**

La moral: su origen y naturaleza .....	143
El origen de la moral, 144	
La naturaleza de la moral , 152	
Relaciones entre moral y derecho .....	169
En la organización social humana, 169	
Las Hordas, 173	
Las tribus, 196	
Las jefaturas, 197	
Un ejemplo de sociedades actuales de hordas y jefaturas, 204	
Los Estados, 208	
Desde una perspectiva evolutiva-sistémica en las diferentes organizaciones sociales (comparativa), 212	

## **CAPÍTULO 3**

### **Nuestra naturaleza: la razón de una posibilidad y una necesidad para una propuesta ética común**

Nuestra naturaleza.....	235
Biológica, 235	
Social, 238	
Cultural, 249	
La triada, fuente de conflictos, 257	
Del “es” al “deber ser” .....	284
La posibilidad ética y jurídica, 293	
La necesidad ética y jurídica, una reflexión desde la bioética, 300	
En el tema ambiental, 301	
En el tema médico, 304	
En el tema sociocultural, 310	
Conclusiones .....	315
Bibliografía.....	325
Glosario .....	351

## ABREVIATURAS

CFP	Cópulas fuera de pareja
EEE	Estrategia evolutivamente estable
PAF	Patrones de acción fijo

## **AUTORA**

**JULIA SANDRA BERNAL CRESPO**

Ph. D. en Derecho de la Universidad Nacional de Educación a Distancia -UNED (España). Abogada de la Universidad de los Andes (Colombia). Profesora del Programa de Derecho de la Universidad del Norte (Colombia), y miembro del grupo de investigación en Derecho y Ciencia Política de esta misma institución. *sbernal@uninorte.edu.co*

# Introducción

Esta investigación surgió a partir de cuestionamientos que se han generado, tanto en el campo de las ciencias biomédicas como en los de la filosofía y el derecho, con respecto a los problemas que les han planteado los nuevos avances científicos desarrollados en el área de la biotecnología. Encontramos que nace la bioética en la segunda mitad del siglo XX, como un intento de crear un puente entre las ciencias biomédicas y la filosofía ética y lograr un equilibrio entre las dos realidades: bios (vida) y ethos (ética). La bioética busca además fundamentar una ética mínima que sea común a la especie humana y que pueda servir de base a una normatividad jurídica global.

Pensamos que una forma de fundamentar una ética común era encontrando lo común en nuestra especie, y un modo de hacerlo era a partir de la consideración de ésta como una especie biológica que al igual que todas las demás que existen en la naturaleza emergió de un proceso evolutivo.

Se abordó entonces el estudio partiendo de la siguiente premisa: que la especie humana, al igual que todas las demás especies que existen, es biológica y, por tanto, que los individuos que en la actualidad la conformamos somos fruto de un proceso evolutivo de ancestros que fueron parte activa del proceso. Para tratar de reconstruir nuestra naturaleza debemos partir de que somos seres vivos, por consiguiente compartimos las características de ser vivo; que con todos los seres vivos estamos emparentados, pues descendemos de ancestros comunes, por tanto somos herederos de un larguísimo linaje de individuos que so-

brevivieron y se reprodujeron en entornos históricamente contingentes. Pero al mismo tiempo somos diferentes, nos diferenciamos de nuestros parientes más cercanos a partir de un ancestro común hace más o menos 7 millones de años, y pensamos que estas diferencias las encontramos en el transcurso del proceso de hominización de nuestra especie.

La teoría que tomamos para dar una explicación de cómo llegamos a ser humanos y cuál es el origen y la naturaleza de la moral en la especie, es la teoría de la evolución desarrollada por Charles DARWIN, complementada dentro de un planteamiento sistémico, expuesto inicialmente por LUDWING VON BERTALANFFY, de una teoría de los sistemas vivos.

La teoría de la evolución, que incorpora en este estudio aportaciones posteriores de genética, ecología, etología, antropología, psicología comparada y neurología, que contribuyen al conocimiento sobre qué es el hombre, permite explicar la evolución biológica, el hecho probado de que las especies cambian y que han ido surgiendo de una serie de modificaciones a partir de unas pocas formas ancestrales, y además genera hipótesis deductivas sobre las causas y mecanismos de cambio, y sobre el mecanismo de “filtrado” basado en el hecho de que sólo unos pocos organismos sobreviven dejando herederos que, a su vez, se reproducen.

El pensamiento sistémico nos permite explicar la organización de lo vivo mirando no sólo al organismo, al ser vivo, sino también al entorno y la relación organismo-entorno tanto en el origen como en el proceso evolutivo, de forma que entendamos cómo las capacidades o propiedades de los organismos vivos que existen en la actualidad son fruto de un proceso evolutivo en el que las variaciones, adaptaciones y selección se suscitaron en el contexto de las relaciones históricas de sus ancestros, en el entorno biótico y abiótico del cual han formado parte y en que los organismos vivos han sido a la vez agentes y objetos de todo este proceso.

Pensamos que la perspectiva con que debe explicarse la evolución es la perspectiva interaccionista de sistemas dinámicos en mutua interdependencia y no, por ejemplo, de evolución de unas especies mal deno-

minadas “superiores” frente a otras también mal denominadas “inferiores”, ya que tanto las vidas “superiores” e “inferiores” se mantienen, nutren, sufren, depredan y se complementan mutuamente.

Además, con este planteamiento sistémico de la teoría de la evolución descartamos la finalidad en la evolución de los seres vivos, y por tanto que los cambios producidos en el proceso evolutivo tiendan hacia la perfectibilidad. Hablamos de la organización de lo vivo, de las características de los seres vivos, de propiedades y aptitudes adecuadas para sobrevivir y reproducirse en el mundo circundante; hablamos de homeostasis, equilibrio dinámico-mantenimiento de un orden de los organismos vivos, mas no establecido con una meta previamente definida por agente o agentes intencionales. Hablamos de co-selección en contraposición a selección pasiva; hablamos de relaciones organismo-entorno de autonomía-dependencia y libertad-necesidad, por ello, de relaciones simbióticas, mutualistas, y también de depredación, parasitismo, pero no de la lucha por la supervivencia del más apto.

Analizaremos especialmente el proceso de hominización, pues creemos que durante este proceso, que se produjo a partir de la divergencia evolutiva de un antepasado común, que condujo a nuestros actuales parientes más cercanos, los chimpancés y los bonobos, y a la especie *Homo sapiens*, podremos encontrar la fundamentación biológica del fenómeno ético en nuestra especie, y explicar en qué consiste la naturaleza de la moral.

El origen de la moral humana, desde una perspectiva evolutiva sistémica, puede explicarse, pensamos, a partir de la consideración de individuos mamíferos, primates y gregarios que se asocian en unas condiciones ambientales y endógenas determinadas, y se integran mediante interacciones cooperativas recíprocas, generalizadas y recurrentes, basadas en una interdependencia mutua y en relaciones de igualdad. De esta integración emerge el fenómeno social, un orden social con estructura simétrica que se mantiene en equilibrio dinámico con mecanismos de regulación y control de los comportamientos de los individuos grupales que puedan afectarlo, siendo uno de estos mecanismos que regulan el comportamiento el que hemos llamado “moral”.

Una vez dilucidado el origen y la “naturaleza de la moral humana”, veremos su relación con el derecho, entendidos los dos como mecanismos regulatorios de los comportamientos en el contexto de las diferentes formas de organización social. Plantearemos y explicaremos cómo tanto en las sociedades de nuestros antepasados como en las actuales en que el tipo de organización social se basa en relaciones de igualdad, de interacciones cara a cara y de comportamientos cooperativos, se configura una estructura simétrica y unas pautas de orden que permitieron y permiten la supervivencia de los individuos del grupo en sus entornos. En este tipo de organizaciones sociales no existen diferencias conceptuales entre la moral y el derecho, pues es un mismo mecanismo biosocial de regulación del comportamiento de los individuos que viven en la sociedad que mantiene en equilibrio el orden social. Por el contrario, postulamos que es en las organizaciones sociales de estructuras asimétricas tanto históricas como actuales, de jefaturas, feudos y Estados, donde surge, se ha mantenido y se mantiene la separación conceptual entre derecho y moral, y sus discusiones filosóficas sobre sus relaciones o no.

Pensamos que podríamos enfrentar un viejo problema filosófico –las relaciones entre la moral y el derecho– a la luz de una nueva perspectiva: la perspectiva evolucionista–sistémica, que nos permita relacionar los conceptos de justicia, igualdad y dignidad, desarrollados en el marco histórico de reflexiones filosóficas, con los sentimientos de justicia, igualdad y dignidad innatos en el ser humano, como componentes de patrones comportamentales seleccionados en el proceso de hominización.

El contenido del estudio “La evolución biológica de la moral y el derecho” se desarrolla en torno a dos núcleos temáticos: el primero, sobre los seres vivos y el origen de la especie humana, que se desarrolla en un capítulo con dos apartados. El primer apartado explica la organización de lo vivo y el proceso evolutivo de los seres vivos en general. El segundo apartado, sobre nuestra especie, trata inicialmente sobre la filogenia, nuestra posición en el árbol filogenético que nos permite ubicarnos en lo que compartimos con otras especies, las constancias hereditarias, para luego hablar sobre el origen de la especie humana.

En ella se analizan los factores que creemos llevaron a que en nuestros antepasados se produjera un proceso de evolución social direccional a nivel de población, de una Estrategia Evolutivamente Estable (EEE) de altruismo recíproco generalizado, que incrementó la eficacia biológica de nuestros ancestros y del que emergió el fenómeno social y el origen de la moral humana.

El segundo núcleo temático, sobre la Moral y Derecho, se divide en dos capítulos. El capítulo 2 trata, en primer lugar, sobre la moral humana, la naturaleza de la moral en el ser humano: su origen evolutivo-sistémico, en qué circunstancias y contextos ecológicos surgió, fue seleccionada y actúa; para luego entrar al estudio de las relaciones entre derecho y moral como mecanismos de regulación de la conducta humana en el análisis de los diferentes tipos de organización social. Este análisis nos permitirá dar una explicación, una razón, desde la perspectiva de este trabajo, de las discusiones conceptuales que se han presentado a lo largo de la historia humana occidental sobre el origen del derecho como escindido de la moral y de sus relaciones en el marco de la organización social tipo Estado.

Por último, el capítulo 3 da razón sobre nuestra naturaleza, y fundamenta la posibilidad de construir una ética común a la especie, y también la necesidad de construir una propuesta ética y jurídica vinculante para toda la humanidad, a partir de una reflexión sobre lo valioso de la existencia de la especie en general y del individuo en particular, que haga frente a los problemas y peligros de la civilización técnico-científica cuando ella amenaza la esencia de los individuos y la existencia de la humanidad.



# Los seres vivos y el origen de la especie humana

# 1

## LOS SERES VIVOS

### ▣ LA ORGANIZACIÓN DE LO VIVO

Cuando observamos o nos imaginamos a diferentes seres vivos –por ejemplo, una bacteria, una hormiga, una golondrina, un elefante, un chimpancé, o un ser humano–, los percibimos a todos ellos como unidades cerradas, independientes, diferenciadas de un exterior, con unos límites que separan el dentro y el fuera: membrana celular, cascarón, piel, y que además tienen un comportamiento autónomo, se mueven, reptan, caminan, vuelan, construyen nidos, cuidan a su crías, se alimentan; estas características nos podrían llevar a pensar que estos seres viven de forma independiente y autónoma respecto a su entorno. Pero cuando analizamos sus comportamientos, sus acciones, vemos que estos comportamientos están relacionados con el entorno del cual dependen para su subsistencia; necesitan oxígeno, energía-nutrientes, lo que nos induce a pensar que los seres vivos, además de ser autónomos, cerrados en su operatividad y diferenciados de un exterior, son también dependientes; por ello están también abiertos al intercambio de energía-nutrientes y poseen capacidades que les permiten relacionarse y sobrevivir en su medio ambiente.

Lo anterior nos hace pensar que el origen de la vida y el hecho de que exista vida en la actualidad es posible debido a que ella surgió y se mantiene como una unidad autónoma que emergió del entorno y se diferenció del mismo, pero que al mismo tiempo continúa inmersa, formando parte de él y, del que depende para subsistir, y por ello está abierta en su capacidad para interactuar en su entorno. Como bien dice JONAS (2000: 151), “la apertura al mundo es una condición básica de la vida”.

¿Cómo existen en nuestro planeta los seres vivos? Esta es una pregunta que ha sido largamente debatida y a la que se ha respondido de muchas maneras (Jacob, 1998: 33-35; CAPRA, 1998: 110-111; DELIUS, 2002: 33; ANDRADE, 2003: 215; FONTDEVILA, 2003: 111; MAYR, 1998: 167). Lo que parece cierto es que desde hace aproximadamente 3.800 millones de años existe vida en la Tierra, cuando se presentaron unas condiciones fisicoquímicas que permitieron la formación de moléculas orgánicas (lípidos, proteínas, glúcidos y ácidos nucleicos), que se integraron en unidades estructurales con unas características especiales que las convirtió en autónomas: aislarse del medio circundante a través de membranas, proteger las estructuras del interior en donde se producen las reacciones químicas necesarias para formarse y mantenerse a partir de la materia y energía tomadas del entorno, y autorregularse en su funcionalidad a través de mecanismos de comunicación y retroalimentación (Carles SOLER, comunicación personal; MATURANA & VARELA, 1996: 43).

En otras palabras, la propiedad de ser vivo se produjo cuando un conjunto de biomoléculas interactuantes establecieron un tipo definido de interacciones regulares que configuraron una estructura que presenta simultáneamente unas pautas de orden (ANDRADE, 2003: 120); es decir, cuando se integraron operando como unidades, con un patrón de organización en red que al permitir las comunicaciones entre los elementos y la retroalimentación se autorregula y da lugar a la autonomía como emergencia organizacional (CAPRA, 2003: 99-100)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> “Las relaciones entre los componentes que definen una unidad compuesta como una unidad simple de un tipo dado, constituyen su organización; esto significa que, por ejemplo, en la célula, las relaciones entre los componentes constituyen su organización y definen a la

De las relaciones entre los componentes surgió una organización<sup>2</sup> autopoietica<sup>3</sup>, en la cual simultáneamente se realiza y especifica a sí misma, una unidad<sup>4</sup> autónoma, un sistema<sup>5</sup> de autoconservación, autoduplicación y consumidor de energía (CHURCHLAND, 1992: 182). De esa unidad autónoma emerge una propiedad nueva, “la vida”, una cualidad desconocida a nivel de los componentes (MORIN, 1986: 126).

La vida surge entonces de la organización de la materia en unidades individualizadas y complejas; protoorganismos que aprovechaban la energía del entorno, de forma que mantienen la diferencia con éste (BERTRAN-PETIT, 2000: 18), y que les permite automantenerse y autoge-

---

unidad compuesta, con una identidad, que se va a conservar como tal mientras se conserve como un conjunto de relaciones invariantes. Así, un tejido como unidad tiene una organización que surge de las relaciones entre los componentes, entre las células que se integran de forma que opera como unidad, a pesar de que las células estén en permanente renovación. Los componentes y las relaciones entre los componentes que integran la unidad de un tipo particular, constituyen su estructura” (MATURANA, 1996: 158). WADINGTON (1963:72) lo expresa así: “Entablando estrechas relaciones entre sí, grupos de constituyentes elementales pueden construir entes complejos que después establecen, a su vez, interacciones causales adicionales entre sí como unidades. Este hecho de integración de grupos de constituyentes en complejos que en ciertos aspectos operan como unidades, es lo que se entiende como organización”.

<sup>2</sup> La organización es el nudo que une la idea de interacción a la idea de sistema, pues la organización une los elementos entre sí a través de interacciones recíprocas, retroacciones reguladoras, comunicaciones informativas, dependencias; transforma los elementos en partes de un todo, pues pierden funciones y adquieren nuevas en función del todo organizacional, y a través de comunicaciones, regulaciones y controles se mantiene el sistema, que al mismo tiempo está regenerándose continuamente (MORIN, 1986: 155).

<sup>3</sup> Para MATURANA y VARELA (1996: 36-38), lo que caracteriza a los seres vivos es el tipo de organización que tiene (autopoietica) que literalmente se producen continuamente a sí mismos, se constituyen a sí mismos como distintos del medio circundante a través de las interacciones de sus componentes moleculares que producen muchas transformaciones químicas concretas que se las llama colectivamente *metabolismo celular*; en el mismo sentido, ver GOODWIN (1998: 214-218); MARGULIS (2003: 70). En otras palabras, la *autopoiesis* es la manera de existir de un sistema viviente y su manera de ser una entidad autónoma. Una entidad es autopoietica cuando mediante procesos químicos mantiene y perpetúa su composición a pesar de las perturbaciones ambientales.

<sup>4</sup> “El término *unidad* remite a que posee unos límites o fronteras que lo separan/diferencian de todo lo que no es él” (PERINAT, 2003: 48). Al definirse como unidad, deja por fuera lo que no es, esto es, el entorno circundante; y es desde “el interior” que la unidad autopoietica crea una perspectiva desde la cual tiene un exterior que le es propio (VARELA, 2000: 59).

<sup>5</sup> El sistema es el carácter fenoménico y global que toman las interacciones cuya disposición constituye la organización del sistema y la idea de sistema remite a la unidad compleja de todo interrelacionado, a sus caracteres y a sus propiedades fenoménicas (MORIN, 1986: 127).

nerarse a sí mismos, operando de modo autorreferencial<sup>6</sup> como sistemas cerrados operativamente, lo que los convierte en autónomos (LUHMAN, 1997: 87-91; CHURCHLAND, 1992: 182).

Sin embargo, repetimos, la autonomía de los seres vivos no debe entenderse como independencia de su entorno; pues para conservarse como unidad autónoma dependen de su entorno fisicoquímico, de lo contrario se disolverían y se reintegrarían al mismo (VARELA, 2000: 59; GOODWIN, 1998: 214). Y además en sus interacciones con su entorno dependen de su capacidad de ajustarse en su medio; por ello se habla de los seres vivos como sistemas abiertos a la energía, materia-nutrientes, pero cerrados en su operación, lo que les permite la estabilidad en su operación (Von FOERSTER, 2002: 41)<sup>7</sup>.

La esencia de la organización celular se puede representar de la siguiente manera:

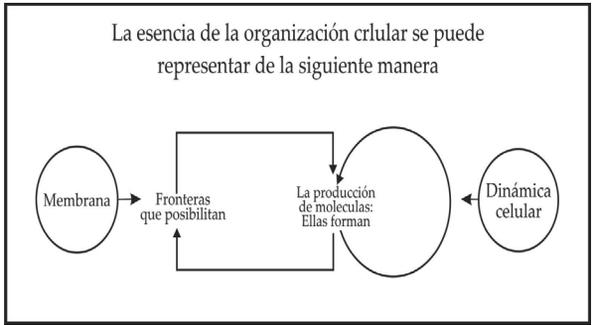


Figura 1

Fuente: (VARELA, 2000: 253).

<sup>6</sup> “Un sistema puede denominarse autoreferente cuando él mismo constituye los elementos que le dan forma como unidades de función, y cuando todas las relaciones entre estos elementos van acompañadas de una indicación hacia esta autoconstitución, reproduciéndose de esta manera la autoconstitución permanentemente en el nivel de esta organización autorreferente. Los sistemas autorreferentes son sistemas *cerrados*, pues en su autodeterminación no permiten ningún otro tipo de procesamiento” (LUHMAN, 1997: 91).

<sup>7</sup> Churchland (1992: 246) los define como sistemas semicerrados que sacan provecho del orden que ya poseen y del flujo energético que lo atraviesa, en aras de mantener y/o incrementar su orden interno, lo que les permite mantenerse en un equilibrio dinámico.

El ser vivo actúa como una máquina, es decir, de forma organizada (MORIN, 2001: 55), pero a diferencia de una máquina artificial, creada por un ser externo con una finalidad previamente dada, en que sus componentes dejan de funcionar sin que puedan autorrepararse, o regenerarse, *el efecto* del propio funcionamiento del organismo vivo es su conservación; no hay un diseño previo a la misma, un plan, un diseñador ni tampoco un *telos* intencional del organismo; aunque para un observador humano se puede ver como la causa final el *telos* y el funcionamiento como la causa eficiente, es su modo de operación propia el conservarse, mantenerse como unidad (sobrevivir).

En el origen de la vida hay una teleología inmanente, que es el modo causal eficiente que le permite conservarse como vivo (JONAS, 2000: 54), que no encarna una causa final que dirigió la actuación de un constructor, ni tampoco una dirección teleológica hacia la perfectibilidad. Repetimos: la organización de lo vivo es una causalidad eficiente *que le sirve* para mantenerse autónomo en su medio y reproducirse.

La célula es la unidad de vida más pequeña que puede llevar a cabo todas las actividades propias de los seres vivos (AAVV, 2001: 73) y que presenta las características generales de todos los seres vivos:

La primera característica es la capacidad de *diferenciar un medio interno del exterior*, que se mantenga en contacto con el mismo pero asegurando una diferencia de potencial continuado mediante el establecimiento de sistemas estacionarios de desequilibrio<sup>8</sup>. En el organismo se presentan sistemas en equilibrio, pero el organismo como tal no puede considerarse como un sistema en equilibrio<sup>9</sup>. Los organismos se mantienen

---

<sup>8</sup> "Un sistema cerrado, como una piedra, una mesa, está en estado de equilibrio, es decir que los intercambios de materia y energía con el exterior son nulos. Por el contrario, la constancia del medio interno de una célula, o de un organismo, no están ligados en modo alguno a un equilibrio semejante; hay, por el contrario, desequilibrio en el flujo energético que los alimenta y, sin ese flujo, habría un desorden organizacional que conllevaría a una decadencia rápida" (MORIN, 2001: 43).

<sup>9</sup> Un organismo en equilibrio es un organismo muerto. Un organismo vivo se caracteriza por un flujo y un cambio continuos en su metabolismo, lo cual comprende miles de reacciones químicas; continuamente se producen transformaciones de la energía que son esenciales para la nutrición, el crecimiento, la reparación de células. Justamente un sistema

vivos en su entorno sólo si mantienen unas constantes internas pese a los continuos procesos irreversibles, importación y exportación, constitución y degradación (AAVV, 2004: 3; BERTALANFFY, 2001: 147).

Las constantes internas se mantienen gracias a mecanismos autorregulatorios<sup>10</sup>, denominados en conjunto homeostasis<sup>11</sup>, que se consiguen mediante los ajustes metabólicos, hormonales, neurológicos necesarios. Por ejemplo, es un fenómeno homeostático que tienen los mamíferos y aves de permanecer a una temperatura constante, de forma independiente de los cambios de temperatura exterior (Carles SOLER, comunicación personal; Chaple, 1972: 143).

Uno de los principales mecanismos homeostáticos de autorregulación es el de retroalimentación, que funciona mediante circuitos de *feedback*, proceso circular en el cual parte de la salida es remitida de nuevo (causalidad circular) como información sobre el resultado preliminar de la respuesta a la entrada (BERTALANFFY, 2001: 167), quedando así cada elemento informado de los efectos de su propio funcionamiento y, por lo tanto, adaptándolo al “interés” de todo el conjunto (CAPRA, 2003: 75; Jacob, 1970: 252).

Hay dos tipos de *feedback*: el negativo y el positivo. En el sistema de *retroalimentación negativa*, la respuesta contrarresta el cambio inapropiado y restablece el estado estable, pues la respuesta del regulador es opuesta, es decir, negativa, a la salida o resultado final. En otras palabras, en el seno de un organismo regulado por retroacción negativa significa que los bucles y circuitos mantienen el equilibrio reaccionando ante las

---

vivo lo es por la capacidad de mantener esa diferenciación entre el medio interno (el dentro) y el externo (el fuera), que es lo que le permite generar flujos de trabajo.

<sup>10</sup> “La autorregulación es uno de los caracteres que surgen de las interacciones entre los elementos que generan organización; la organización que reequilibra o reestabiliza, ante las perturbaciones que sobrevienen del exterior (variaciones en los flujos, las fuerzas las presiones) y del interior (tendencia a la dispersión y a la desintegración), y su reacción se manifiesta en pequeñas fluctuaciones que expresan la desviación y corrigen (vuelta a la norma) las perturbaciones sufridas” (MORIN, 1986: 221).

<sup>11</sup> “El concepto de homeostasis fue desarrollado por Walter CANNON, como el mecanismo autorregulador que permite a los organismos mantenerse en un estado de equilibrio dinámico con sus variables fluctuando dentro de los límites de la tolerancia” (CAPRA, 2003: 62).

fuerzas antagonistas, reaccionando alternativamente a las desviaciones respecto del mismo por exceso o por defecto. Así, el *feedback* negativo es el responsable de que el organismo mantenga sus niveles basales de equilibrio, es decir, el sistema contractúa, vuelve a los niveles de funcionamiento estables (NELSON, 1996: 405; AAVV, 2001: 803).

Aunque la mayor parte de los mecanismos homeostáticos del organismo son sistemas de realimentación negativa, pues operan para el mantenimiento de la estabilidad (AAVV, 2001: 803), también se presenta en el seno de los organismos vivos la *retroalimentación positiva*, en la cual las fuerzas de desorganización provenientes del medio interno o externo se aceleran, se acentúan, se amplifican por sí mismas<sup>12</sup>, y pueden dar lugar a novedades, complejidades o diversidades. Ahora bien, esto sólo sucede cuando los ajustes se hacen afrontando una reorganización (MORIN, 1986: 253; AAVV, 2004: 3).

La segunda característica de los seres vivos es la *irritabilidad*, es decir, la capacidad de reaccionar dando una respuesta a estímulos externos que provienen del entorno del que forman parte y ante el cual deben poder reaccionar para seguir subsistiendo. Como bien dice Robinson (1977: 78), la supervivencia demanda la capacidad de percibir al menos los aspectos de su medio relacionados con sus exigencias vitales (Jacob, 1998: 175-176) y de responder adecuadamente a estímulos o perturbaciones desde los cambios de temperatura o estacionales hasta los depredadores (AAVV, 2001: 829)<sup>13</sup>.

La existencia del organismo no sólo depende del entorno sino del conocimiento del entorno; por ello, esta capacidad engloba la capacidad de

---

<sup>12</sup> MORIN (1986: 252) cita ejemplos de retroacción positiva en sistemas vivos y no vivos: "La ruptura en la regulación espontánea de la estrella desencadena una retroacción positiva que conduce a una explosión en *nova* o *supernova*; la reacción en cadena de la bomba de hidrógeno; la descomposición, lenta al principio, se acelera después en desintegración del cadáver después de la muerte; el pánico de una multitud, etc."

<sup>13</sup> La percepción, el proceso de detectar la presencia de estímulos-perturbaciones, reconocerlos, integrarlos e interpretarlos (PINEL, 2001: 220) permite al organismo construir y modelar su entorno a través de sus interacciones con su medio (VOLLMER, 2005: 67; VARELA, 2002: 90; MORA, 2002: 72).

conocer que tienen todos los organismos vivos (CAPRA, 2003: 188)<sup>14</sup>. El organismo conoce mediante su propia acción, es un conocer activo. Los organismos no captan información de afuera<sup>15</sup>, es el organismo mismo el que especifica ciertas perturbaciones-estímulos en señales, las traduce, las interpreta dentro del marco del sistema y las usa para su propio automantenimiento y reproducción. Podemos decir, entonces, que el organismo mantiene su autoorganización convirtiendo estímulos-perturbaciones en información; siendo el conocimiento de dicho organismo una relación de intercambio entre el medio y la organización del organismo que permite su eficiencia, la supervivencia y la reproducción (URSUA, 1993: 118)<sup>16</sup>.

El organismo al conocer responde estructuralmente reajustando sus patrones de conexión interna a las perturbaciones de su entorno (VARELA, 2000: 63; CAPRA, 2003: 230), es decir, se adapta a su medio. "Ajustar una respuesta al medio, a un enemigo en potencia, a un posible compañero sexual, es exactamente adaptarse" (JACOB, 1988: 8).

Las adaptaciones son, entonces, consecuencia de los mecanismos de homeostasis, ya que el organismo *responde* con cambios estructurales en red, cambios en la conectividad a través del sistema, en circuitos de realimentación que le permiten regularse y controlarse constantemente en sus intercambios y, por tanto, continuar viviendo en el medio (CAPRA, 2003: 279; Carles SOLER, comunicación personal; VARELA, 2000: 252).

---

<sup>14</sup> Como dice CAPRA (2003: 188), son capaces de cognición, de conocer, en el sentido que pueden percibir los cambios en su entorno, diferencias entre luz y oscuridad, frío y calor, concentraciones más altas o más bajas de compuestos químicos, etc., y responder a ellas de acuerdo con su estructura.

<sup>15</sup> La información es un concepto físico relacional que adquiere existencia en la relación emisor-receptor; los seres vivientes y sus mundos están en relación unos con otros mediante especificaciones mutuas o codeterminaciones (VARELA, 2002: 110), el campo cognitivo no existe afuera.

<sup>16</sup> Como conocer no es el resultado pasivo de una información que entra en el organismo, sino el fenómeno de una interacción entre el organismo y el entorno en el contexto de la autoorganización del organismo, esto significa que el conocimiento del medio ambiente para el organismo es selectivo (contextual y referencial); el organismo, como sistema en su mundo circundante, le dará significación sólo a una gama de todas las posibilidades que le ofrece su entorno.

Estas dos características de los seres vivos son las que permiten explicar que los organismos, al mismo tiempo que mantienen su autonomía como organismos cerrados operacionalmente (su independencia), son abiertos al intercambio de materia, energía de su medio que es vital para su subsistencia (su dependencia), que tiene como consecuencia que las respuestas adaptativas son el resultado de los ajustes del organismo a *perturbaciones* del medio que son especificadas por aquél.

La tercera característica que define a todo ser vivo es la capacidad de *replicarse*, de hacer copias en principio idénticas, y también de reproducirse, de perpetuarse, aunque esta perpetuación suponga cierto grado de variabilidad. El fenómeno de la reproducción indica que entre “progenitores”, “hijos”, “hermanos” hay tanto semejanzas como diferencias; las semejanzas se refieren a aquellos aspectos de la estructura que se mantienen idénticos a la unidad original y que constituyen la denominada *herencia*, y las diferencias son aquellos aspectos de la estructura que son distintos de la unidad original que se llaman *variación reproductiva* (MATURANA & VARELA, 1996: 58-59)<sup>17</sup>. Podemos ver entonces que la reproducción es prerrequisito para el proceso evolutivo, pues ésta hace relación a la capacidad de perpetuación que incluye la introducción de la variabilidad.

Con el fenómeno de la reproducción, además de la eficiencia en la persistencia, es decir, en sobrevivir como sistemas biológicos en un entorno, hablamos de la eficacia biológica, esto es, la capacidad de dejar descendientes, que a su vez se reproduzcan. La eficacia biológica se mide por el número de descendientes que sobreviven y que a su vez tienen éxito a la hora de reproducirse; cuanto más descendencia sobreviva, más alta será la eficacia biológica (MAIER, 2001: 8; MAYR, 2005: 206).

---

<sup>17</sup> “Cada nueva unidad comienza obligatoriamente su historia individual con semejanzas y diferencias estructurales con respecto a sus antecesores” (MATURANA & VARELA, 1996: 59).

## ▪ NIVELES DE ORGANIZACIÓN Y RELACIONES CON OTROS ORGANISMOS

La eficacia biológica de los organismos depende en gran parte de las interacciones que realizan con otros organismos. Cuando las condiciones ambientales son adversas una forma de sobrevivir y reproducirse es formando asociaciones cooperativas. Algunas de estas asociaciones se han constituido en unidades de segundo orden; ejemplos de estas asociaciones los encontramos en el origen de la célula eucariota (MAYR, 2005: 14; MARGULIS, 2003: 200)<sup>18</sup> y en el origen de los organismos pluricelulares<sup>19</sup> (MARGULIS, 2003: 135; FONTDEVILA, 2003: 508).

Otro nivel de asociación lo han constituido las denominadas especies eusociales; llamadas así debido a que los individuos no están físicamente unidos pero son “extremadamente sociales” (MAIER, 2001: 332), a tal punto que se integran en un nuevo nivel de organización (AAVV, 2004: 1033); ejemplos de estas asociaciones los encontramos en algunas especies de termitas, hormigas y abejas, y en algunos mamíferos, como la rata topo desnuda que vive en ambiente semiárido en África Oriental. En estas organizaciones un individuo es el que se reproduce (MAIER, 2001: 339; WILSON, 1980: 414; MAYNARD, 2000: 194-195; AAVV, 2004: 1033).

Otra forma de asociación la encontramos en las denominadas “especies sociales”, en que individuos de la misma especie se agregan, de forma temporal<sup>20</sup> o permanente, y coordinan sus comportamientos, por

---

<sup>18</sup> Las células eucariotas son producto de la simbiogénesis, de la fusión biológica de organismos previamente funcionales, que surgió de la cohabitación permanente de bacterias y otros organismos en que las relaciones fueron cada vez más coordinadas y entretejidas; los orgánulos tuvieron descendencia que se adaptó a la vida dentro de la membrana, y con el tiempo las comunidades de bacterias y orgánulos se hicieron tan interdependientes que se integraron en una unidad y formaron un nuevo organismo (CAPRA, 2003: 253-255; MAYR, 2005: 14; MARGULIS, 2003: 200).

<sup>19</sup> La evolución de los organismos multicelulares significó la especialización de sus células, la división del trabajo, y además que operaran de forma coordinada e integrada en relación con el todo como unidad (AAVV, 2004: 6; MAIER, 2001: 425).

<sup>20</sup> Un ejemplo lo encontramos entre las hembras de algunas especies de aves y mamíferos que cuando se produce la sincronización reproductiva permanecen agregadas y coordinan sus comportamientos en la consecución de recursos y en la defensa de los depredadores (WILSON, 1980:43).

ejemplo, en la consecución de ciertos recursos, debido a lo cual incrementan las posibilidades de sobrevivir que cuando actúan de forma solitaria (ALEXANDER, 1987:57; WILSON, 1980: 11; MAIER, 2001:278; ARAM, 2003:213). Al igual que en la simbiogénesis y en las especies eusociales, parece que esta agregación coordinada se produce también en ciertas situaciones de presión ambiental, como condiciones climáticas extremas o de depredación<sup>21</sup>.

Para ODUM (1972: 277), este tipo de organizaciones sociales pueden emerger cuando se presenta una serie de elementos: una red de comunicaciones que permita una coordinación conductual, alguna forma de interacciones recíprocas que contribuya a la integración entre los individuos, alguna forma de jerarquía de dominio o de liderazgo reconocida por todos que facilita encauzar la energía que podría desperdiciarse en conflictos internos hacia una función colectiva del grupo, el bienestar de todos los integrantes del grupo; una capacidad de aprendizaje individual que haga posible engranarse en el orden social, un equilibrio entre las conductas que pueden ser contradictorias (agresión-pasividad, cooperación-competencia, agregación-aislamiento), y mecanismos de regulación y control de las conductas con los que se mantiene el equilibrio en el orden social.

En otras palabras, este nivel de organización se presenta en especies que conservan su autonomía reproductiva y su eficacia biológica, cuando las interacciones regulares entre los individuos agregados que son eficaces biológicamente “producen un todo no reductible a los individuos y que retroactúa sobre ellos, es decir, cuando se constituye un

---

Esta hipótesis de que los alumbramientos sincronizados en especies de aves, como el mirlo de las rojas, el pájaro tejedor de las poblados africanos, en ciertos ungulados sociales como del gnúes, que representa una adaptación de sincronización de comportamientos, permite una mayor alta tasa de supervivencia, ha sido denominada “efecto Darling” (WILSON, 1980: 43).

<sup>21</sup> En muchas especies que viven juntas en manada o en rebaño no sorprende que se presenten comportamientos cooperativos de defensa común de las crías o del territorio donde se encuentran éstas y los recursos alimenticios (MAIER, 2001: 278). Así, por ejemplo, las cebras y elefantes adultos se enfrentan a los depredadores para proteger a los jóvenes de la manada en lugar de huir y protegerse ellas mismas. Según AYALA (2001: 127), el riesgo que los adultos corren es menor en conjunto que los beneficios que reciben genéticamente al proteger a las crías indefensas.

sistema"<sup>22</sup>, dotado de cualidades emergentes, y con sus cualidades retroactúa, en tanto que todo, sobre los individuos, transformándolos en miembros de la sociedad (MORIN, 1998: 279).

Hemos visto hasta ahora que en condiciones ambientales<sup>23</sup> adversas las asociaciones son una forma en que los organismos vivos se vuelven más eficaces biológicamente que si estuvieran solos; pero ni las asociaciones – integraciones son la única forma de relacionarse, ni tampoco las condiciones ambientales son siempre adversas. Los individuos en su hábitat se relacionan de distintas maneras con otros seres vivos de la misma y diferente especie<sup>24</sup>, y conforman sus propios nichos ecológicos<sup>25</sup>.

---

<sup>22</sup> Para MORIN (1998: 279), "No existe una frontera bien definida entre las asociaciones más o menos laxas y las sociedades rudimentarias. Pero lo importante es definir un fenómeno, no en su frontera incierta, sino en su emergencia propia. El fenómeno social emerge cuando las interacciones entre individuos de segundo tipo (multicelulares) producen un todo no reductible a los individuos y que retroactúa sobre ellos, es decir, cuando se constituye un sistema". Este sistema social es un todo organizador que retroactúa sobre sus constituyentes, organiza, regula y controla la producción y reproducción de las interacciones que la producen, y asegura su equilibrio dinámico (MORIN, 1998: 279).

<sup>23</sup> Cuando hablamos de medio ambiente, incluimos dentro de éste los factores abióticos, físicos y químicos, tales como, por ejemplo, agua, nutrientes, luz, temperatura, vientos etc., y los factores bióticos, que incluyen a todos los organismos que viven en ese espacio. El ambiente de los organismos es el conjunto de condiciones exteriores bióticas y abióticas que tienen relevancia (LEWONTIN, 2003: 57).

<sup>24</sup> Los miembros de una especie que habitan en una misma zona geográfica y al mismo tiempo componen una población; las poblaciones, a su vez, tampoco existen aisladas, son partes interactuantes con otras poblaciones de otras especies que habitan en un área determinada, constituyendo una comunidad que es cambiante (AAVV, 2001: 1145); por ejemplo, una comunidad en un arrecife coralino o de prado alpino; al espacio compartido por las especies que interactúan en él se ha denominado biotopo (MARGULIS, 2003: 85). La comunidad, las poblaciones que habitan en un área determinada y su ambiente abiótico funcionan juntos, cual sistema ecológico o ecosistema, es decir, como elementos interactuantes e interdependientes que forman un todo unificado (AAVV, 2001: 1145; ODUM, 1972: 3); por ejemplo, un lago.

<sup>25</sup> "El nicho es el lugar del animal en el ambiente biótico, sus relaciones con la comida y los otros seres vivos con los que interactúa; cada animal tiene su nicho (COLINVAUX, 1980: 165). Es un término más comprensivo que el de hábitat, pues incluye no sólo el espacio físico ocupado por el organismo, sino también su papel funcional en la comunidad y su posición en los gradientes ambientales de temperatura, humedad, pH, suelo y otras condiciones de existencia". "Por consiguiente, el nicho ecológico de un organismo depende no sólo de donde vive, sino también de lo que hace (cómo transforma energía, se comporta, reacciona a su medio físico y biótico y lo transforma) y de cómo es coaccionado por las otras especies" (ODUM, 1972: 259).

Hemos escuchado con frecuencia que cuando se hace referencia a interacciones entre seres vivos se utilizan expresiones como “la lucha por la supervivencia”, o la “supervivencia del más fuerte”; sin embargo, cabe señalar que este tipo de expresiones manifiesta un considerable error conceptual que es necesario combatir desde la veracidad científica. Tanto las interacciones entre especies como las intraespecíficas se basan en el mismo principio biológico, el del “egoísmo”, que se trata del impulso de la vida misma. Este “egoísmo” puede manifestarse de dos maneras bien distintas. Se habla de “egoísmo positivo” cuando los organismos que participan en la relación obtienen su beneficio a través de procurar al tiempo el beneficio del otro, y a este tipo de relaciones se las llama, en su conjunto, “simbióticas”; por el contrario, se habla de “egoísmo negativo” cuando el beneficio de uno de los individuos se consigue a través del perjuicio del otro, y se las denomina en términos generales, “relaciones parasitarias”.

WRIGHT (2005: 268), quien aplica la teoría de los juegos a la evolución biológica de los organismos vivos, plantea que los organismos siguen dinámicas de *suma cero*, en que uno gana y otro pierde, y de *suma no nula*, en que dos organismos o entidades se benefician de su mutua interacción, aunque no necesariamente cooperando. Desde este punto de vista, según este autor, cuando dos organismos pueden mejorar recíprocamente sus perspectivas de supervivencia y reproducción, están en una situación de suma no nula, mientras que si sus intereses son opuestos, la dinámica es de suma cero. En todo caso, en todas ellas se generan relaciones en bucle que producen su propia regulación<sup>26</sup>.

En las continuas interacciones entre los organismos, éstos pueden pasar de una dinámica a otra, dependiendo del cambio de condiciones, o pueden variar en etapas sucesivas de los ciclos vitales; en ciertas situaciones se puede encontrar que se forman alianzas entre dos competido-

---

<sup>26</sup> Por ejemplo, la relación entre el rumiante y las bacterias que viven en su panza, en la cual el rumiante alimenta a las bacterias y éstas al absorber la celulosa de los vegetales permiten el proceso digestivo de aquel; pero cuando el bolo alimenticio pasa por el estómago se alimenta de estas bacterias, convirtiéndose en su depredador; sin embargo, estas destrucciones no afectan el fondo reproductivo de la colonia, lo que permite el conjunto cíclico de las interacciones (MORIN, 1998: 41).

res (suma no nula) para derrotar en el juego a otro (suma cero), o que en el proceso evolutivo individuos de diferentes especies en que sus relaciones pudieron haber sido inicialmente de parasitismo o depredación (suma cero), bajo otras condiciones, como por ejemplo, de dificultades medioambientales, pueden transformarse en relaciones beneficiosas para los dos (suma no nula) (MARGULIS, 2003: 37; ODUM, 1972: 234).

En biología clásica, los dos grandes tipos de interacciones han sido clasificadas en cinco grupos (AAVV, 2004: 1041): *mutualismo*, que es la interacción en que ambas partes se benefician; *comensalismo*, interacción en que una de las partes obtiene beneficios pero la otra no se ve afectada ni positiva ni negativamente; *amensalismo*, interacción en la cual una de los participantes es perjudicada y la otra ni se afecta ni se beneficia; *predador-presa* o *parásito-hospedador*, interacción en que uno de los participantes es perjudicado y el otro sale beneficiado, y *competición*, cuando los organismos usan los mismos recursos y éstos son insuficientes para suplir las necesidades de ambos; estas dos últimas son particularmente importantes en la dinámica demográfica de las poblaciones<sup>27</sup> (MAIER, 2001: 849).

## ▣ EL PROCESO EVOLUTIVO DE LOS SERES VIVOS

Hemos visto hasta ahora que la vida es organización; que los individuos interactúan con otros seres vivos de muchas formas, pero que todas ellas, entre las que se incluye integrarse en otros niveles de organización, se basan en el mismo principio biológico, el de pervivencia. Veremos a continuación cómo los organismos persisten a través del tiempo, es decir, como además de sobrevivir como sistemas biológicos en un entorno, son eficaces biológicamente, esto es, dejan descendientes, que a su vez se reproducen.

---

<sup>27</sup> “A menudo, la relación que existe entre las poblaciones de depredadores y presas oscila como consecuencia de un efecto interactivo. Cuando la población de presas se expande, los depredadores tienen más alimento y su población también crece. Pero el incremento de la presión predatoria reduce la población de presas; y cuando desciende esta última, muchos depredadores no consiguen obtener suficiente alimento para sobrevivir, por lo que la población de depredadores también disminuye” (MAIER, 2001: 488).