

# HOMEOSTASIS

## De la Biología a la Antropología

Antonio Oriol Anguera\*

La vida se escapa en cuanto falla una sola constante. El mantenimiento de las constantes biológicas constituye todo el capítulo de la homeostasis de Cannon.

Con añadir media docena de palabras (*feedback*, servomecanismo, tendencia, constancia...), la homeostasis se torna cibernética.

El caso es que todo lo que está organizado se mantiene en equilibrio. Lo que no quiere decir que esté quieto, sino en equilibrio dinámico; con esto queremos decir que todo el sistema se renueva constantemente. No nos podemos bañar dos veces en el mismo río. Cada vez que nos sumergimos, ya es otro río, pero como sea que el equilibrio dinámico le mantiene constante... parece el mismo.

Los anglosajones han difundido el concepto de *steady state*. Las lenguas latinas lo tradujeron desafortunadamente por “estado estacionario”. A nosotros nos parecería mucho mejor llamarlo “equilibrio dinámico”.

Empezaremos por estas tres premisas:

1a. La reacción química se mantiene solamente si se logra el equilibrio dinámico del sistema.

2a. La vida se sostiene únicamente si se halla en equilibrio dinámico.

3a. El universo aguanta si se encuentra en equilibrio dinámico.

Si quisiéramos traducir estas tres afirmaciones al inglés sustituiríamos “equilibrio dinámico” por *steady state*.

Vamos a justificar por qué hemos preferido llamar en español “equilibrio dinámico” al “estado estacionario” inglés.

La palabra “estacionario” a nosotros nos sugiere la noción de quietud. Uno “estaciona” el

automóvil cuando lo deja parado en el *parking*. Una cosa estacionada, para nosotros quiere decir que no se mueve. “Allá quedó estacionado”, decimos y queremos decir que está quieto.

En cambio, cuando el anglosajón invoca el *steady state* piensa en un “movimiento continuo”. Sólo que este movimiento está en equilibrio... o como ellos dicen, balanceado.

Cinco características del “equilibrio dinámico” biológico.

1. Estado estacionario.
2. Sistema abierto.
3. Regulación automática.
4. Cibernética.
5. Finalidad subordinada.

### 1. Estado estacionario

No es lo mismo decir estacionario que estático. De aquí viene la confusión. Por lo pronto digamos que un sistema es estático si comprobamos que los componentes de este sistema permanecen sin dinamismo alguno. Diríamos que entre ellos no hay comunicación. En tal caso los componentes del sistema permanecen inmóviles. Estos podrían ser, por ejemplo, platino y aire. Ni el platino se oxida, ni el aire se platina. Aquí el uno, allá el otro. Sin interferirse, sin modificarse. En cambio, en un sistema en estado estacionario los componentes del sistema se interfieren. Supongamos aire y agua. El agua mantiene su nivel constante a pesar de la constante evaporación de moléculas de agua, las que pasan de estado líquido a vapor, y a pesar de la constante condensación, de moléculas de vapor en moléculas de agua líquida. Pero cuando este doble movimiento llega al punto de “tanto monta, monta tanto”, se establece el equilibrio dinámico o estado estacio-

\*Escuela Superior de Medicina, I.P.N.

nario. Y en este momento todo queda aparentemente quieto porque tantas moléculas ascienden y escapan (evaporan) como moléculas descienden y se fijan (condensan).

El ejemplo más simple es el de un recipiente cerrado, herméticamente cerrado conteniendo agua destilada y aire. Una vez saturado el aire de vapor de agua se establece el equilibrio de los estados estacionarios. Es un ejemplo de sistema cerrado.

La biología solamente se da en sistemas abiertos. En un organismo hay entradas de alimentos y salidas de excrementos, entrada de agua y salida de agua, etc. Se trata de un sistema abierto.

Si el sistema abierto no es estacionario encontramos un estado dinámico, pero en desequilibrio. No se puede llamar *steady state* a un vaso de agua abandonado sobre la mesa porque continuamente se pierden moléculas por evaporación y como consecuencia disminuye el nivel líquido. En tal caso se trata de un sistema abierto, que no está en equilibrio dinámico, y que por lo tanto, no mantiene su estado estacionario. No hay *steady state*. No hay nivel permanente.

## 2. Sistema abierto y en equilibrio dinámico

Dentro de la biología encontramos siempre el estado estacionario o equilibrio dinámico, a pesar de que el sistema está abierto. Para que se mantenga este equilibrio es necesario que exista una exacta compensación entre pérdidas y ganancias. Y esto solamente se podrá alcanzar si se ajustan las entradas a las salidas. Esto quiere decir que el agua que entra en el sistema debe nivelarse exactamente con el agua que sale del mismo. Dicho en otros términos: el alimento ingerido debe ser igual al alimento desgastado, o lo que viene a ser lo mismo: la anabolía debe ser exactamente igual a la catabolía.

No es preciso aclarar que para el mantenimiento de este equilibrio es indispensable que haya un mecanismo regulador.

Un sistema homeostático con mecanismos cibernéticos rigurosamente establecidos.

## 3. Regulación constante

Toda regulación presupone medios de co-

municación, es decir, una información que va de causa a efecto. Aún más, precisa que esto se haga automáticamente y en todo momento. Esto podría obtenerse añadiendo un aparato de relojería que gobernara los automatismos, como sucede en las máquinas industriales.

Pero todavía esto no basta. Un aparato regulado automáticamente no es suficiente si el automatismo va únicamente de causa a efecto. Pongamos un ejemplo: los semáforos de tránsito tienen una regulación constante y automática, perfecto. Pasamos del rojo al verde y del verde al rojo sin intervención alguna del agente de tránsito. Ahora bien, si de pronto se produce embotellamiento en el tráfico y los coches se amontonan en ambos sentidos... el verde y el rojo seguirán su automatismo imperturbable, pero ahora resulta que su automatismo no nos sirve de nada; más bien nos desorienta y estorba.

## 4. Autorregulación cibernética

Si quisiéramos que el semáforo de tránsito fuese eficiente en la circulación, será preciso una autorregulación cibernética. Es decir, que además del automatismo rojo-verde hubiese una retroinformación que desde el "efecto" volviera a la causa, para detener el ciclo en la medida conveniente. Más claro, que cuando se produce el embotellamiento del tráfico que paraliza la circulación de coches se "informara" al semáforo, para que nos cambiara el color verde hasta haber pasado el último coche. Únicamente esta autorregulación cibernética garantizaría en cada momento el equilibrio dinámico de un sistema abierto. Esto es precisamente el mecanismo biológico. Sucede como si se hubiesen establecido semáforos provistos de células fotoeléctricas que informan sobre la densidad de coches en las dos direcciones.

Esta autorregulación cibernética es la que se hace en todos los niveles biológicos: molecular, celular, orgánica e individual. ¡Ay si así no fuese!

La biología no permite la más pequeña libertad. Lwoff lo ha dicho: "La libertad a nivel molecular sería una catástrofe". Y es verdad, tiene tanta razón Lwoff, que una sola molécula que rompa el equilibrio dinámico de un es-

tado estacionario puede producir una enfermedad tan fatal como la anemia drepanocítica, en la que no hay más que un aminoácido fuera del lugar (ácido glutámico en lugar de valina).

Si la libertad a nivel molecular es una catástrofe, también la libertad a nivel celular daría lugar a otra catástrofe, digamos al cáncer, y la libertad a nivel individual, a otra catástrofe, digamos la anarquía.

Precisa, por tanto, mantener una rigurosa autorregulación cibernética en todos los niveles biológicos si queremos sostener el equilibrio dinámico de una fisiología normal.

### 5. Finalidad y subordinación

Finalmente, nos queda un punto muy importante y difícil de explicar. Hemos visto que hay distintos niveles de organización: molecular, celular, orgánico, individual y todavía podríamos añadir otros tres: social, ecológico y universal.

En cada nivel de organización hay un equilibrio dinámico que mantiene un estado estacionario. Si precisamos bien, veremos que en todos los niveles el respectivo estado estacionario se halla supeditado a un nivel superior. Estableciendo una escala de valores diríamos que la molécula está subordinada a la célula, la célula al tejido, el tejido al individuo, el individuo a la sociedad, la sociedad a la biósfera y la biósfera al universo.

Lo entenderemos mejor si seguimos la escala de arriba abajo: el estado estacionario universal (*steady state*) necesita de todos los niveles de organización. Teilhard de Chardin, al describir su ley de complejidad creciente, dice: "El universo se sostiene por su conjunto", lo que quiere decir que en cierta forma yo soy responsable del equilibrio de todo el universo.

*Mutas mutandis* podríamos decir:

El estado estacionario social se sostiene por los hombres los cuales están en equilibrio dinámico.

El estado estacionario individual se sostiene por las células las cuales están en equilibrio dinámico.

El estado estacionario celular se sostiene por las moléculas las cuales están en equilibrio dinámico.

Si invertimos las oraciones antedichas y seguimos camino inverso podremos decir:

Las moléculas se inmolan en holocausto de la célula.

La célula se inmola en holocausto del individuo.

El individuo se inmola en holocausto de la sociedad.

Eso significa que el equilibrio estable "absoluto" solamente se encontraría en el universo considerado en conjunto. O dicho en otros términos, sólo puede existir el estado estacionario del universo. Hemos dicho absoluto.

### *Estado estacionario absoluto y relativo*

Ahora debemos aclarar un punto importante, ya que, como veremos, todo lo existente gira alrededor de equilibrios dinámicos y estados estacionarios. Antes dijimos, citando a Lwoff, que la libertad a nivel molecular sería una catástrofe, y ahora nos toca demostrar todo lo contrario, a saber: que si el estado estacionario fuese absoluto, no existiría un plano de organización progresiva. Todo permanecería *ab ovo*, y en estado primitivo.

Recapitemos lo que dijimos en el apartado anterior al hablar de la necesidad de aceptar un estado estacionario en todos los planos de organización.

La libertad en el plano molecular sería una catástrofe.

La libertad en el plano celular sería el cáncer.

La libertad en el plano individual sería la anarquía.

Estas afirmaciones presuponen que el orden debe subsistir en cada plano de organización, puesto que, de otra forma todo se hundiría. No habría organización.

Pero... sin exagerar la nota. Nada de orden absoluto.

### *Ni tanto, ni tan poco*

Para entender esto vamos a enunciar otras tres proposiciones y examinarlas una a una. Porque ahora resulta que con tanta cibernética podemos quedarnos atascados sin un resquicio para la "evolución".

La existencia de un orden absoluto a nivel celular significaría la detención del protoplasma en su estado más primitivo.

El orden absoluto a nivel individual presupondría la esclavitud.

Dicho de otro modo, sin una brizna de libertad no se podría evolucionar desde plasma físico hasta planeta; sin una brizna de libertad no se podría evolucionar desde una colonia de insectos hasta una sociedad organizada.

Por lo tanto, si el estado estacionario fuese absoluto, ni los organismos se diferenciarían, ni nosotros envejeceríamos. Y la única verdad es que todo evoluciona y todo está condenado a envejecer y a morir. La contemplación de la escala evolutiva es el mejor testimonio para demostrar que el estado estacionario no puede ser absoluto.

*Mutas mutandis* el envejecimiento es el testimonio de que el estado estacionario no puede ser absoluto a escala humana. En fin, la genialidad rebelde (la que rompe moldes viejos y ensancha el mundo) es la demostración palpable de que el estado estacionario es sólo relativo.

Los estados estacionarios a distancia parecen absolutos, pero, estudiados de cerca, muestran una franquía gracias a la cual se pueda evolucionar (de célula a hombre) y se puede envejecer (del nacimiento a la muerte).

Toda la biología cambia poco a poco, hoy somos distintos de ayer, mañana seremos distintos de hoy (*Panta rei*).

Precisa, por tanto, afirmar que el equilibrio dinámico del supuesto estado estacionario es un equilibrio aparente. Sería mejor denominarlo estado evolutivo o microevolutivo. Decimos microevolutivo porque la evolución es insensible, si la contemplamos día a día.

TRES MOJONES FUNDAMENTALES:  
CLAUDE BERNARD, WALTER CANNON  
Y NORBERT WIENER

Ahora podemos retomar el hilo del equilibrio dinámico transponiendo los argumentos al campo fisiológico. Desde el punto de vista histórico empezaremos, naturalmente, por Claude Bernard, el padre de la Fisiología.

#### *Claude Bernard o el medio interno*

Fue en efecto, Claude Bernard quien inició la cruzada de las constantes biológicas y para

ello desplegó la bandera del medio interno. Al sentir del genio francés, habría tres clases de vida.

- a) Vida latente (semillas, esporas).
- b) Vida oscilante (animales hibernantes, plantas anuales).
- c) Vida libre (animales superiores).

Las constantes, que mantienen la libertad de los organismos superiores las centró Claude Bernard alrededor del medio interno. La célula, vive como si estuviese protegida dentro de una cuna, a la que llamó medio interno. El medio interno sería la garantía de las constantes indispensables para la vida (temperatura, pH, glucemia, y otras).

Cuando se perturba una sola constante, se rompe la normalidad y comparece la enfermedad. En este sentido la enfermedad no sería otra cosa que un desequilibrio. Este desequilibrio se traduce en una serie de mecanismos compensadores desplegados para volver a recuperar el equilibrio perdido.

Por lo tanto, la vida sería un equilibrio.

La enfermedad sería un desequilibrio.

Aquella tendría las constantes aseguradas (verdadero estado estacionario), mientras que la enfermedad sería consecuencia de la rotura de dichas constantes.

El equilibrio sería simple consecuencia del mantenimiento del medio interno. En tiempos de Claude Bernard el medio interno estaba formado por sangre y plasma intersticial. Hoy sabemos que la máxima expresión funcional de este medio interno radica en el tejido conjuntivo, y de una manera primordial en la sustancia fundamental.

#### *Walter Cannon o la homeostasis*

Vimos que entre la riada de un medio interno lleno de constantes, navegaba la vida. Este era el sentir de Claude Bernard. Cannon va más allá, cambia el timón, hace un viraje copérnico y nos dice que la vida se reduce a una batalla, la batalla de la homeostasis.

Según Cannon, toda la aventura biológica se limita a transformar las variables en constantes.

Debemos matizar bien el pensamiento de Cannon frente al de Claude Bernard. Este de-

cía que primero eran las constantes y que sobre éstas corría la vida. De no ser así, sólo habría vida latente o falta de vida.

Cannon en cambio nos dice que vivir es luchar, luchar contra las variables con la sola finalidad de conseguir la homeostasis. Para Cannon, el aliciente para vivir sería la variable. Por lo tanto, el estímulo de la vida sería el desequilibrio, y sobrevivir sería ganar la batalla de las constantes haciendo camino a través de las variables estimuladoras. Su libro *Sabiduría del cuerpo humano* es un tratado de mecanismos de correlación puestos al servicio de la homeostasis, es decir, del estado estacionario a nivel individual.

Estudia las constantes de la sangre, linfa, respiración, termorregulación... y despliega una enorme erudición para explicarnos que la vida es la batalla que libra el organismo para encontrar el equilibrio (estado estacionario), pero sin olvidar jamás que la arrancada de este “vivir” equilibrado es un desequilibrio incitante al que llamamos estímulo o excitación.

#### *Norbert Wiener o la cibernética*

Hasta llegar a la cibernética, la biología es poco más o menos una novela en tres capítulos. Cada función biológica tiene un primer acto (estímulo), un segundo acto (transporte) y un tercer acto o desenlace (efecto). La relación de causa a efecto tiene el mismo sentido que los fenómenos naturales y se realiza en tres actos, a saber: causa, mecanismo y efecto.

De pronto esta novela biológica se complica con la cibernética y el desenlace final no es tal desenlace ni tal final. A partir del “efecto final” se inicia otro proceso biológico encadenado con su antecedente y con alta repercusión ulterior: En la biología cibernética *no hay final de trayecto*; todo continúa. La función produce otro efecto, que a su vez informa a la causa que le dio origen, de tal modo que la cadena vuelve a iniciar una sucesión que no termina jamás. Es el mecanismo llamado de la retroacción o del *feedback*.

Supongamos el caso de la contracción muscular. Cuando ya conocemos el mecanismo que va de estímulo a efecto debemos saber que el músculo una vez contraído no ha terminado su función fisiológica, puesto que a partir de

esta contracción “informa” a todos los mecanismos que la ha posibilitado, y esta retroinformación constituye un nuevo estímulo que continúa la cadena de acontecimientos biológicos. Todo está ajustado a una finalidad homeostática que no termina nunca. Desde el nacer al morir. La contracción informa para la relajación, y ésta para una nueva contracción, y así sucesivamente.

#### *Finalismo o causalismo*

La cibernética terminó con la secular antitesis entre finalismo y causalismo. Los médicos y biólogos de otrora se peleaban porque cada uno quería imponer su punto de vista. Los materialistas quedaban tranquilos una vez encontrada la “causa”. Los finalistas dormían satisfechos una vez aclarada la “intención” del fenómeno biológico. Estas cosas han sido superadas.

Wolfgang Wieser ha dicho: “El límite entre causalismo y teleología ha sido desplazado de nuestros tiempos, debido a que causalidad y finalidad no son tan antagónicos como se había supuesto. Hoy podemos describir toda la cadena biológica por vía causal, a sabiendas de que sólo hacemos una modesta biología descriptiva. Si queremos hacer una biología total (integrada por sucesivos cambios de organización), nos encontramos con que cada nivel está sometido al inmediato superior. Para describir esta biología total, debemos dar una descripción finalista que no se contradiga con la causal. Solamente que está enfocada de otra manera. Diríamos que una mira hacia abajo y la otra hacia arriba”.

El mismo Wieser añade: “Estas ideas fueron presentadas por vez primera por Rosenbluth, Wiener y Bigelow en un trabajo publicado en *Philosof. Sci.*, 10-1943, titulado “Behavior Purpose and Teleology”.

El concepto de retroalimentación vino a revolucionarnos a todos: técnicos, biólogos, filósofos y legisladores. La cibernética ha suplantado la homeostasis de Cannon por una ciencia de alto vuelo matemático aplicado a la coordinación funcional.

Los biólogos de la vieja escuela se cansaron triturando organismos o reduciéndolos a pe-

dazos cada vez más pequeños. Como el reflejo aislado del sistema nervioso, así desmontaban los órganos para estudiarlos pieza por pieza. El error fundamental estaba en pensar que la suma de estas piezas podría darnos razón del organismo. En manera alguna. Esto solamente podía informarnos de la fisiología "causal" que, como ya dijimos, es una vertiente de la biología, la que mira hacia abajo.

Cada órgano sólo puede informarnos de sus actos, mientras que el organismo responde intencionadamente a una finalidad de conjunto. Sin conocer esta ordenación final, es imposible reconstruir la totalidad. A partir de las piezas que forman parte del reloj humano no podremos comprender el reloj en marcha. Cuanto más conozcamos la fibra muscular, tanto menos sabremos del hombre como un todo.

Recordemos siempre que el hombre, a diferencia del reloj es algo más que la suma de sus piezas atómicas. El hombre es, digámoslo de una vez, ¡una intención!

### *Concepto de Holon (integrón)*

Como el dios Janus, cada nivel de organización tiene dos caras. La célula por un lado es unidad, por el otro es multiplicidad. El hombre por un lado es unidad, por el otro es pluralidad. Por el lado individual es libre. Por el otro es parte de un conjunto al que tiene que someterse. Son dos legalidades distintas. Son

dos intenciones diferentes.

La sociedad es "algo" más que una suma de individuos.

El hombre es "algo" más que una suma de células.

La célula es "algo" más que una suma de moléculas.

La molécula es "algo" más que la suma de átomos.

El átomo es "algo" más que la suma de partículas elementales. Y este "algo" es la condición necesaria para estructurar la biología en niveles de organización. Del nivel superior se pasa al inferior por un servomecanismo y nunca podremos hacer camino inverso.

Desde arriba se regula todo lo de abajo. El nivel superior presupone la sucesión de todos los demás. Los niveles inferiores son infraestructuras o en cierto modo subproductos del nivel superior.

El hombre tiene una infraestructura orgánica.

El órgano tiene una infraestructura celular.

La célula tiene una infraestructura molecular.

Solamente con este criterio podremos comprender la conducta humana. Situándonos a nivel antropológico y supeditando todos los niveles de organización a manera de infraestructuras o subproductos... cuya intención final es la vida humana.