

Energetismo POSTEVOLUCIÓN

Alfredo González Colunga

ÍNDICE

-Agradecimientos.

-Prólogo.

-CAPÍTULO 1. QUÉ ES LA VIDA

- 1- Una nueva definición lógico-funcional de los sistemas vivos.
- 2- El Sistema Decisor.
- 3- Ampliando nuestro concepto de “Sistema Vivo”.
- 4- Sistemas y subsistemas vivos.
- 5- Subsistemas Herramientas de Captura.
- 6- La servidumbre del Sistema Decisor.
- 7- Subsistema Metabólico.
- 8- Simbiosis.
- 9- Un mundo vivo.
- 10- Completando el esquema universal de los Sistemas Vivos.
- 11- Otros tipos de Herramientas.
- 12- Esquema completo de los Sistemas Vivos.
- 13- El fenotipo extendido.
- 14- Vida más allá de la vida.

-CAPÍTULO 2. ENERGÍA

- 1- Energía para los sistemas vivos.
- 2- Sistemas cerrados y sistemas abiertos.
- 3- Un mismo acto energético tiene diferentes valores energéticos.
- 4- La Energía emerge.
- 5- Malthus y la Física actual.

-CAPÍTULO 3. EVOLUCIÓN, DEFINICIONES CLÁSICAS.

- 1- Definiciones clásicas.
- 2- La evolución contingente.

-CAPÍTULO 4. EVOLUCIÓN, HACIA UN NUEVO CONCEPTO: UNA ESTRUCTURA QUE CAPTURA ENERGÍA...

- 1- Una estructura capaz de capturar energía...
- 2- Subsistemas Sensores.
- 3- Herramientas de Captura.
- 4- Sistema Metabólico.
- 5- Herramientas Homeostáticas.

-CAPÍTULO 5. EVOLUCIÓN, HACIA UN NUEVO CONCEPTO: PARA CONTINUAR CAPTURANDO ENERGÍA.

1-Herramientas de Inversión.

2-Decisores.

3- La evolución del Sistema Decisor.

4- Peldaños en la evolución del Sistema Decisor.

5- La Evolución genera inteligencia.

6- Modelizadores.

7- La aceleración de la Evolución.

-CAPÍTULO 6. INFORMACIÓN.

1- Definición de Información.

2- La Pragmática.

3- El lenguaje de las Herramientas Homeostáticas.

4- Existen tantos lenguajes como subsistemas.

-CAPÍTULO 7. LA COMPETENCIA POR LA ENERGÍA.

1- Energía Almacenada.

2- Nueva definición de Frontera de un Sistema Vivo.

3- Yo soy yo y mi patrimonio.

4- Energía almacenada y propiedad.

5- Sensores del Sistema Vivo Social.

6- La Biomasa es creciente.

7- Gaia.

8- La Energía Externa.

9- Fases Expansivas y Fases Recesivas.

10- La competencia por la Energía Disponible.

-CAPÍTULO 8. HACIA EL FUTURO.

1- La Historia como Fases Expansivas y Recesivas.

2- ¿Hay una Teleología –un fin- en la Evolución?.

3- La evolución de los Decisores. Hacia una descripción Teleológica de la Evolución.

4- Los humanos y la Guerra Racional.

5- ¿Es ciega la Evolución, o no?

6- La Era de la Innovación.

7- Una vez más: ¿es ciega la Evolución?

8- La sociedad actual.

9- Globalización.

10- La Paradoja de Jevons.

11- La Era de la Robustez.

-EPÍLOGO.

-BIBLIOGRAFÍA.

AGRADECIMIENTOS

A Begoña Muñoz, por tantas cosas: desde maquetar este libro a diseñar su portada pero, muy especialmente, por su compañía constante y por todo el apoyo que necesité –y que me dio generosa e incansable- durante el proceso, bastante desequilibrante, de escribirlo. A Inma Villaverde, por su aliento y su bondad. A Teodoro Hernando y Pedro Durán por unos comentarios que me ayudaron a continuar con el trabajo. A Agustín Suárez Bernardo, por su presencia siempre llena de ánimo (y por rescatar de mi olvido las diferencias entre variaciones, permutaciones y combinaciones). A José Manuel Ferreira por apoyarme (y financiarme) en tantos proyectos arriesgados; este es un paso más en ese camino en el que todos los peldaños forman la escalera. A Marino Pérez Alvarez, catedrático de Psicología Aplicada de la Universidad de Oviedo, por sus atinados comentarios, su ánimo y sus consejos, que he tratado de incorporar en esta obra. Gracias muy especialmente a José Antonio Méndez Sanz, profesor de Filosofía de la Universidad de Oviedo, por sus abundantes referencias bibliográficas y su detalladísima revisión del texto. Es un favor que difícilmente podré devolver. Gracias también a Iván Alvarez Requejo por su entusiasmo contagioso y por darme a conocer los “Ciclos de logro” de James Mark Baldwin, que debería haber incluido en este trabajo y no lo he hecho: la información llegó demasiado tarde. Quede aquí constancia de mi reconocimiento a Baldwin que, desde otra perspectiva, anticipó hace más de un siglo algunas de las líneas que se desarrollan en este libro. Gracias también a cuantos han hecho sugerencias útiles en uno u otro sentido y que han contribuido a que este libro fuera una realidad. A Rosa Cid quien, en una ocasión, planteó un seminario sobre Filosofía de la Historia que me enseñó a distinguir la diferencia entre conocer la Historia y comprenderla. Sin ese descubrimiento no existiría este libro. Gracias a David Ruiz, catedrático emérito de la Universidad de Oviedo, por escucharme y animarme a continuar con el proyecto. A Manuel Palomino, quien abrió más de una vez las puertas de mi mente. A “el Lorenzo”, mi profesor de matemáticas, y a Roberto Díaz Carril, de física, por enseñarme que ciencia y pasión podían darse la mano. Gracias a Rosa Medina Granda, profesora de Filología de la Universidad de Oviedo, por sus sugerencias y su bibliografía, que me ha resultado especialmente útil para aclarar algunos aspectos de la definición de Información que aquí se ofrece. Gracias muy especialmente a Jorge Ignacio Izquierdo, profesor de genética de la Universidad de Oviedo, cuya revisión y detallados comentarios han sido imprescindibles para, al menos, reducir los errores de este texto. Este libro le debe mucho en cada uno de sus capítulos, pero especialmente por obligarme a tratar de diferenciar con claridad qué es y qué no es un Sistema Vivo. Gracias a Félix Ares de Blas, director del Museo de la Ciencia de

San Sebastián, por una revisión tan detallada como rigurosa; otro favor que difícilmente podré devolver. Mi agradecimiento también para Juan Carlos Martínez Coll, profesor de Economía de la Universidad de Málaga y director del grupo de investigación económica EUMED, quien me sugirió integrar el Tiempo en la descripción de la Evolución, lo que lleva a concluir que a través del proceso evolutivo la Potencia, es decir, la capacidad de realizar trabajo por unidad de tiempo, ha sido creciente. Quede clara constancia de que ninguno de ellos es en absoluto responsable de los errores que sin duda contiene este libro.

Gracias, en fin, a tantos que han convertido su arte en un vehículo para transmitir solidaridad y entusiasmo, en Energía capaz de animar la búsqueda de nueva Energía; a todos aquellos sin cuyo conocimiento y esfuerzo no sería posible escribir este trabajo, y a quienes les ayudaron a ellos.

PROLOGO

Hay que definirse de alguna manera. Yo, de ser algo, soy guionista. He trabajado en ficción, humor, aventuras, documentales... Como guionista y como director he trabajado para la televisión y para el cine, para empresas privadas, organismos públicos y hasta semipúblicos. De todas esas experiencias, la que quizás más me ha marcado fue seguramente la de ser durante más de siete años guionista y realizador en el Área de Medios Audiovisuales de la Universidad de Oviedo. La cosa era más o menos así: un mes había que hacer un documental sobre Historia, al mes siguiente sobre Lógica Difusa, al siguiente el tema era Medicina de familia... Procurar entender qué quería decir cada uno de aquellos eminentes especialistas y traducirlo a un lenguaje que todos pudiéramos entender (yo el primero) significó un placer inesperado. Y me permitió advertir dos cosas, por otra parte de sobra conocidas. Una: hay mucho, pero mucho conocimiento acumulado. Y dos: ese conocimiento está cada vez más compartimentado, y es cada vez menos accesible. Cuanto más sabemos, menos disponemos de una perspectiva general. Faltan visiones de conjunto, formas clave que, como en el Tetris, nos permitan encajar de un golpe muchas piezas de apariencia diferente.

También aprendí una cosa más: esas piezas clave, esas visiones, difícilmente pueden provenir de los propios científicos. Cada disciplina es un castillo increíblemente grande y complejo, y bastante tienen ellos con defender su propia fortaleza como para pensar en asaltar otras.

En otras palabras, me di cuenta de que había una historia posible. Una historia que relacionase tantos saberes aislados. Y qué otra cosa es lo que busca alguien como yo sino una buena historia que contar. Claro que un guionista, estarán pensando, no tiene por qué saber nada de ciencia, pero ¿quién sabe de Ciencia, así, en general? Con este pensamiento reuní el valor necesario para continuar con mi proyecto.

La historia de la vida ya ha sido contada de muchas maneras. Y por mucha gente, de modos distintos. Por los biólogos, por los médicos, por los bioquímicos, por los genetistas. Por ecólogos y etólogos. También es historia de la vida la aparición del hombre; la describen los antropólogos. Y la historia de las civilizaciones, pero esa la cuentan los historiadores. Incluso, si me apuran, la vida se inscribe en un contexto, una realidad de la que depende, un Universo al que está modificando con su presencia –hay incluso quien llega a afirmar que es la presencia de la vida la que crea el Universo-, pero ese universo lo describen, exclusivamente, los físicos.

Era necesario un hilo conductor para unir todas esas disciplinas, y desde luego no era el carbono. Los individuos se basan en el carbono, pero las sociedades no. Por la misma razón, tampoco eran los genes –esta es la única historia de la Vida en la que no aparece por ningún lado esa palabra-.

Finalmente, el argumento que encontré para contar todas esas historias conjuntamente, el mínimo común denominador, la excusa para relacionar a todos los sistemas vivos desde su aparición hace 3 500 millones de años hasta la globalización actual, desde las bacterias a los Estados, pasando por los individuos, es la energía. Todos los organismos, todos los sistemas vivos, todas las organizaciones sociales necesitan energía. Por tanto todos necesitan localizar esa energía, capturarla, hacerla útil. Todos esos seres vivos y sistemas sociales tienen algo en común. Tenía mi historia.

Faltaba darle forma. Y me dije: ya que estamos hablando de ciencia, escribiré este texto *como si fuera* un ensayo científico. Puro y duro. Sin contemplaciones. Hasta con bibliografía al final, como Dios manda. Un ensayo científico que salte, sin temor, de la Teoría de la Evolución a la Teoría de Sistemas, de la Filosofía a la Física, la Historia, la Economía o la Lingüística. ¿Por qué no? Para un guionista todo está permitido.

¡Alto, alto!, estarán pensando. ¿Un *ensayo científico*? ¡Yo no leo ciencia, no me gusta la ciencia, no quiero saber nada de ciencia! Para que no se desanimen les diré dos cosas. La primera es una vieja regla que conocen bien los que sí escriben ensayos científicos: “cada fórmula matemática que introduzcas en el texto divide la audiencia por dos”. Pues en mi caso ni siquiera existe la posibilidad, o el riesgo, de que se las meta de tapadillo porque yo no conozco –o ya casi no recuerdo- ninguna. La segunda es que un ensayo, cuando está escrito por alguien que no es especialista en nada, es muy difícil, por no decir imposible, que se sirva de otras reglas que no sean las del puro sentido común, y desde esas reglas podrá ser comprendido.

Lo cual nos lleva a unas palabras de José Ortega y Gasset que he leído recientemente y me han gustado mucho. Tanto, que se las voy a repetir. Son fragmentos de un curso impartido en Argentina en 1928. En ellas afirma lo siguiente:

“Es la filosofía una ciencia sin suposiciones. Entiendo por tal un sistema de verdades que se ha construido sin admitir, como fundamento de él, ninguna verdad que se da por probada fuera de ese sistema... Comienza el filósofo por evacuar su espíritu, por convertirlo en una isla desierta de

verdades y luego, recluso en esa isla, se condena a un robinsonismo metódico... pero una vez que se ha replegado el filósofo sobre aquellas poquísimas verdades primeras de que ni aún teóricamente cabe dudar y que por ello se prueban y comprueban a sí mismas, tiene que volverse cara al Universo y conquistarlo, abarcarlo íntegro....”.

Aquí nos acercamos bastante a lo que pretende ser este libro. Aunque, como no soy filósofo, más que de filosofía podemos hablar de un juego. *Energetismo* es una construcción lógica, un “experimento mental” cuyas reglas son las siguientes: partiremos de una cierta definición de vida que consideraremos indiscutible, una verdad básica al estilo del “Pienso, luego existo”, y desde ella comenzaremos a obtener conclusiones. Al final del juego deberemos haber construido una historia coherente que razone la trayectoria de esa vida, desde los primeros seres unicelulares hasta el teléfono de bolsillo y las naves espaciales. Consideraremos que hemos logrado nuestro objetivo si conseguimos, además, que esa historia nos sitúe dentro de ese proceso, en el que hay un pasado y –esperemos- un futuro, y si además nos indica claramente cuáles son las prioridades para que exista ese futuro.

Como en toda obra artística el resultado final no es exactamente el que yo desearía, aunque debo reconocer que, al menos en parte, ya era consciente de esto desde el momento mismo de comenzar el trabajo. A mí me gustaría haber podido ponerle al libro un título más contundente, al gusto de Ortega. Por ejemplo “Érase una vez el Universo” o, todavía más definitivo: “El Secreto del universo”. Pero, claro, para titular un libro así, o tienes mucha cara, o estás seguro de cuál es ese secreto. Y yo no lo estoy. Por desgracia, no vamos a abarcar “el Universo íntegro”. La trama comienza cuando el terreno de juego, y sus reglas, han sido establecidos, y el autor nada ha podido o sabido decir respecto a ellas, salvo que ha tratado de construir su historia tratando de respetarlas.

Energetismo trata de un universo en el que *ya hay vida*, y de cómo ésta se fue y se irá modificando –inevitablemente-, hasta constituirse en una estructura tan inteligente y robusta que, como en un cuento de Borges, algún día quizá sea ella misma capaz incluso de crear un universo como el que la alberga. Quizás incluso de crear *el* universo que la alberga.

Pero para definir la vida de un modo nuevo, como aquí se va a hacer, hace falta tener una idea, siquiera aproximada, de cómo se ha definido hasta ahora. Por aquí empezaremos.

Un vistazo a Internet será suficiente, pienso, para comenzar nuestra tarea, aunque basta ese vistazo para comprender que el esfuerzo de definir qué es la vida es, al menos, tan antiguo como la filosofía, y que de hecho sería necesario no un libro como éste, sino varios, solamente para resumir las diferentes respuestas ofrecidas a lo largo de la historia. Dado que intentar tan siquiera ese resumen razonable es imposible, me limitaré a ofrecer de forma breve unas cuantas definiciones que hoy en día se entienden como correctas, y que se caracterizan por encarar el fenómeno de la vida desde diferentes perspectivas. Estas sí que son definiciones *científicas*, así que no se asusten demasiado al leerlas.

ALGUNAS DEFINICIONES DE VIDA:

Definición Fisiológica:

Un organismo vivo es aquel, compuesto por materia orgánica (C,H,O,N,S,P), capaz de llevar a cabo funciones tales como comer, metabolizar, excretar, respirar, moverse, crecer, reproducirse y responder a estímulos externos.

Definición Metabólica:

Un sistema vivo es un objeto con una frontera definida que continuamente intercambia sustancias con el medio circundante sin alterarse.

Definición Bioquímica:

Un sistema vivo es aquel que contiene información hereditaria reproducible codificada en los ácidos nucleicos, los cuales controlan el metabolismo celular a través de unas moléculas (proteínas) llamadas enzimas que catalizan o inhiben las diferentes reacciones biológicas.

Definición Genética:

La vida es todo sistema capaz de evolucionar por selección natural, aplicándose sobre ella la conservación de un acervo genético característico del individuo.

Definición termodinámica:

Los sistemas vivos son regiones localizadas donde se produce un continuo incremento de orden sin intervención externa.

A partir de estas definiciones creo que puede considerarse aceptable un resumen de una visión clásica de la vida caracterizada por los siguientes supuestos:

1-Los seres vivos requieren obtener energía

2-Los seres vivos generan desechos

3-Los seres vivos crecen y se desarrollan

4-Los seres vivos responden a su entorno

5-Los seres vivos se reproducen y transmiten su herencia a sus descendientes.

6-A lo largo del tiempo los seres vivos evolucionan –cambian lentamente- en respuesta a su entorno.

De acuerdo. Pues aquí viene mi definición, la piedra sobre la que construiremos nuestro pequeño edificio:

“La vida es una estructura que capta una energía que le permite continuar captando energía”.

Esta definición nos exige una aclaración:

“Energía será el bien –o cada uno de los bienes- que permitan mantener esa estructura”.

Con esto es suficiente. Podemos comenzar.

CAPÍTULO 1. QUÉ ES LA VIDA.

1- UNA NUEVA DEFINICIÓN LÓGICO-FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS VIVOS.

Partiremos en nuestro trayecto de la siguiente definición:

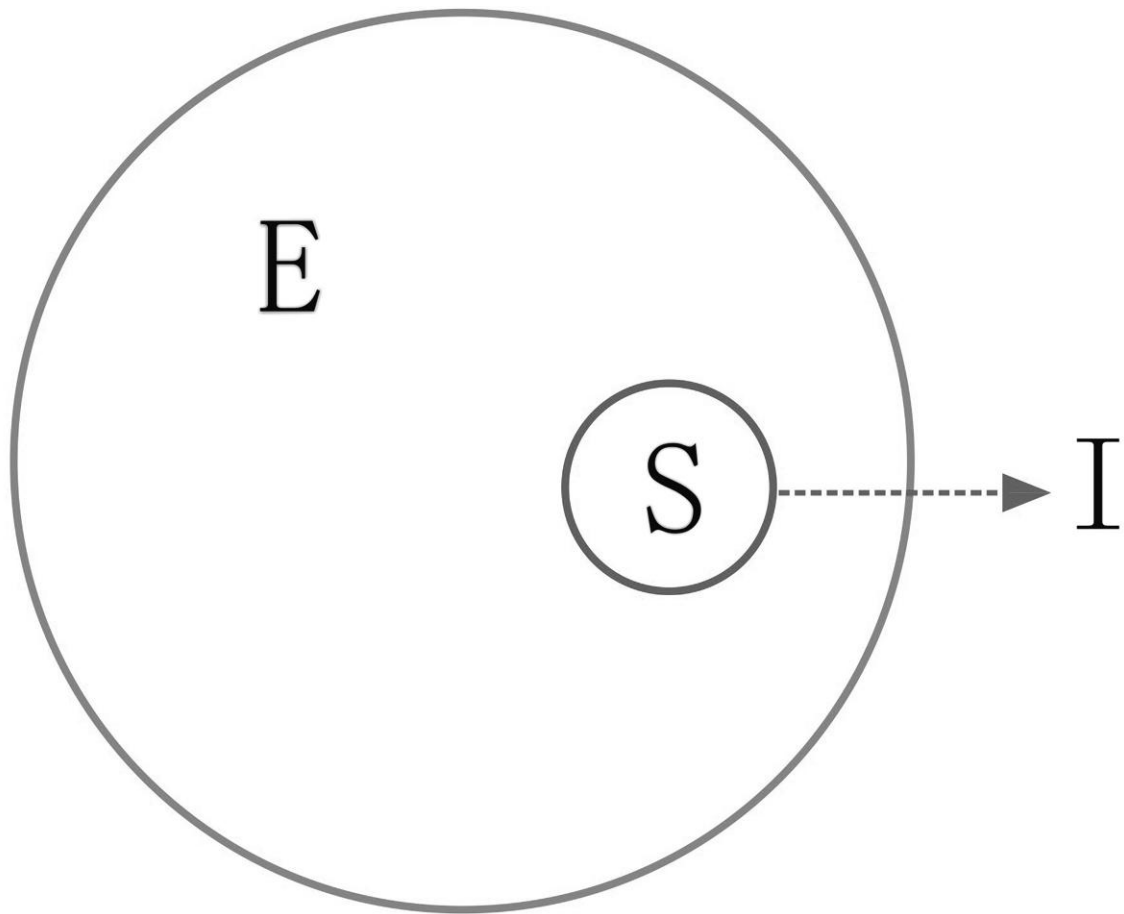
“La vida es una estructura que capta una energía que le permite continuar capturando energía.”

Una estructura, decimos, capaz de capturar energía...

Si un determinado sistema organizativo, una estructura, es capaz de capturar energía, entonces es que es capaz, en primer lugar, de localizar esa energía. Energía que consideraremos EXTERNA al sistema.

Así que ese Sistema Vivo, cualquier Sistema Vivo, será sensible a un cierto tipo de energía y dispondrá de *Sensores* capaces de captarla. Luego tenemos que

Todo Sistema Vivo necesita Sensores para localizar la energía que requiere para mantener su estructura.

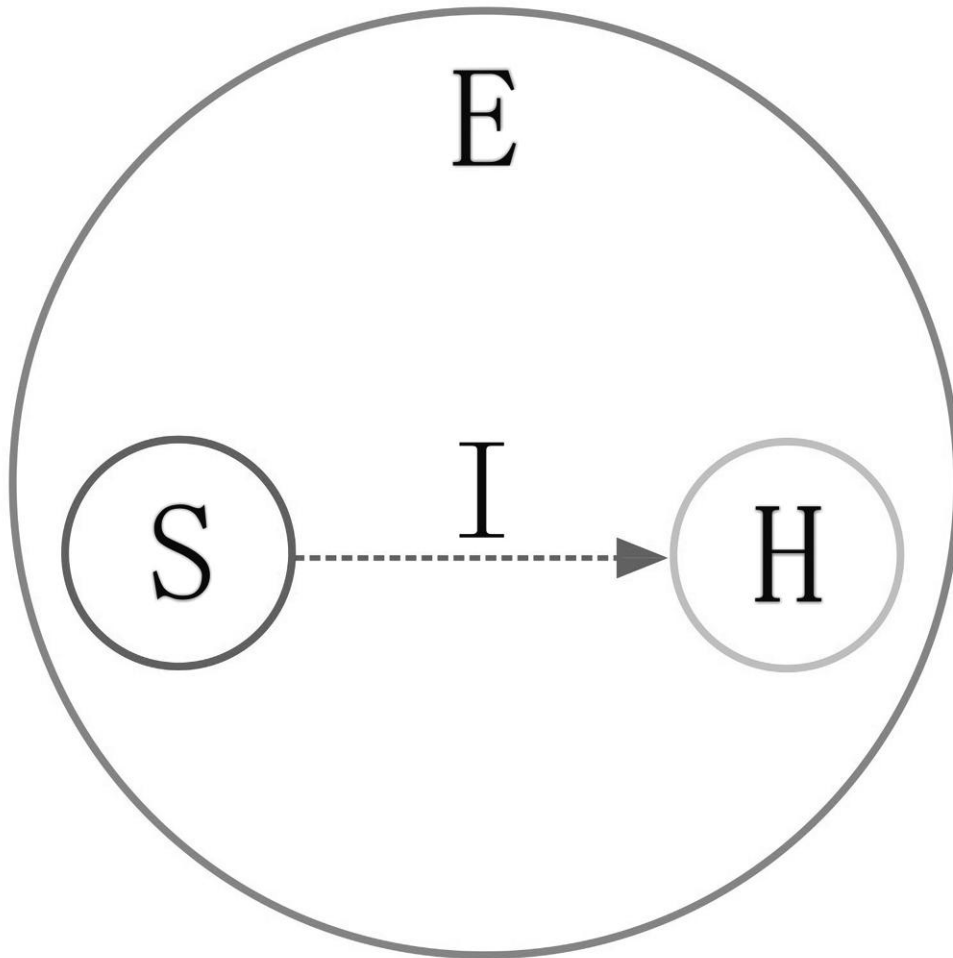


ESQUEMA- SENSOR

Todo Sistema Vivo dispondrá de Sensores para capturar energía

Pero con captar esa energía no es suficiente. Una vez localizada ésta, el sistema dispondrá además, si es capaz de capturar la energía, de *Herramientas* para ello. Así que

Todo Sistema Vivo necesita Herramientas para capturar la energía localizada por sus Sensores. Estas Herramientas de Captura recibirán información de los Sensores para activarse.



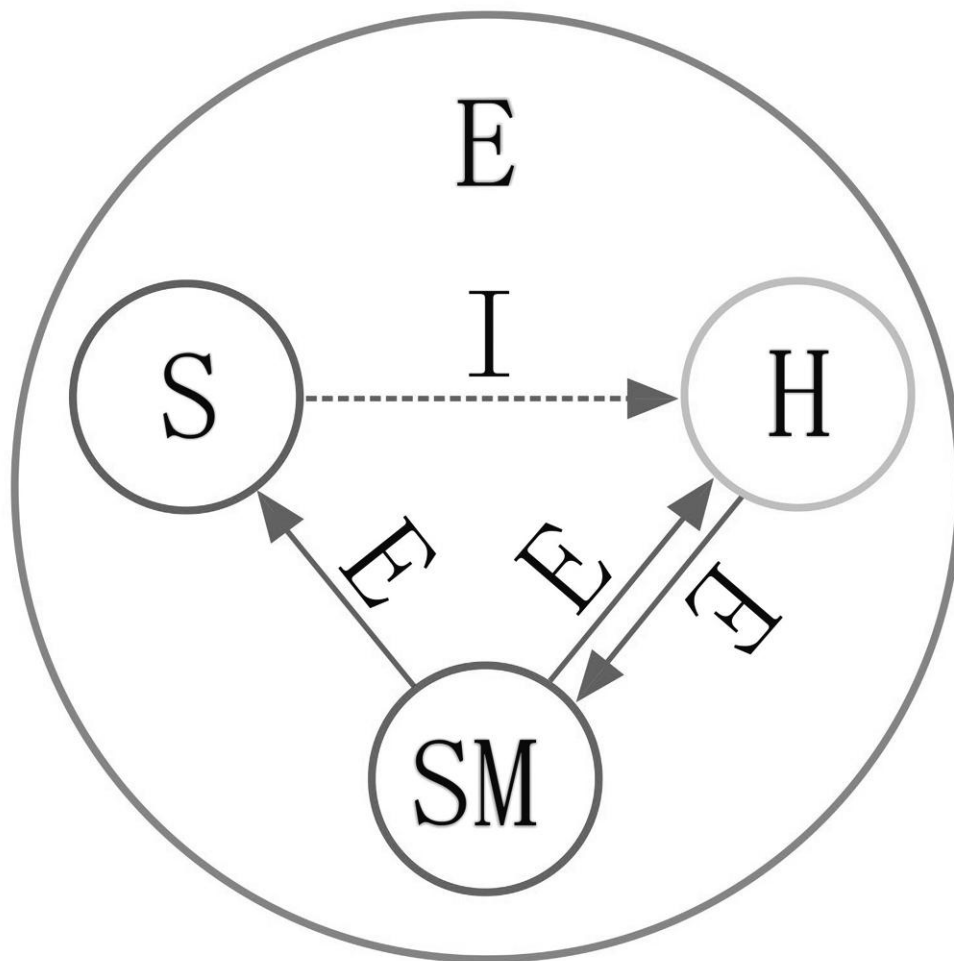
ESQUEMA- SENSOR-HERRAMIENTA

Todo Sistema Vivo dispondrá, además de Sensores capaces de localizar la energía que requiere, de Herramientas capaces de capturarla.

La argumentación ofrecida hasta ahora puede verse de forma inversa. Podemos considerar que lo prioritario, para un sistema vivo, es capturar energía, y para esto es necesaria una Herramienta que la capture. Inmediatamente llegaremos al punto de cómo o cuándo activar esa Herramienta, concluyendo que para que sea eficiente, es decir, para que no se active ciegamente, aleatoriamente, requiere un criterio de actuación, una información sobre cuándo activarse. Y esa información le será dada por los Sensores. En otras palabras: el funcionamiento de una Herramienta de Captura energética encontrará una mayor eficiencia si viene asociado a un instrumento de localización de esa energía. Con lo cual el par *Sensor Energético-Herramienta de Captura energética* aparece finalmente como esencial en el esquema de funcionamiento de un Sistema Vivo eficiente.

Continuemos: Si ese Sistema Vivo localiza energía mediante sus Sensores y la captura mediante sus Herramientas, vemos que cuenta con subsistemas especializados, respectivamente, en la localización y captura energética. La evidencia de la especialización subsistémica en cualquier Sistema Vivo nos lleva a una nueva conclusión: el sistema deberá ser capaz de asimilar la energía capturada por las Herramientas de Captura –encargadas *únicamente* de realizar esa captura- y entregarla (alimentar) a sus Sensores –encargados *únicamente* de localizarla-, y a las propias Herramientas de Captura. Por lo tanto:

El sistema vivo requerirá un Sistema Metabólico capaz de recibir energía de las Herramientas de Captura, asimilarla y reenviarla a los Sensores y a las propias Herramientas de Captura.



ESQUEMA- SENSOR- SISTEMA METABÓLICO.

Todo Sistema Vivo requerirá un Sistema Metabólico, capaz de recibir energía de las Herramientas de Captura y entregarla a las propias Herramientas de Captura y a los Sensores.

Ya está. No necesitamos más para construir nuestra historia. Este esquema básico nos servirá para englobar a múltiples Sistemas Vivos, desde los unicelulares a muchos pluricelulares, hongos y plantas incluidos, y si el esquema es correcto deberemos encontrar, cuando analicemos cualquiera de ellos, invariablemente, una estructura como la descrita. Ya podemos hablar de un esquema universal de los Sistemas Vivos.

Sin embargo, este sistema, aunque funcional y de enorme éxito, será superado por otro que atienda a un hecho que se revelará, desde la perspectiva funcional que estamos tratando de construir, de enorme trascendencia.

2. EL SISTEMA DECISOR

La cuestión que plantearemos ahora es la siguiente:

Hemos descrito los subsistemas que necesariamente debe incorporar un Sistema Vivo, dado que necesita localizar y capturar energía. Pero podemos plantearnos la siguiente cuestión: ¿es mejorable este sistema para el fin que nos ocupa? Recordemos que estamos describiendo una estructura que capta energía *para poder continuar capturando energía*. Para responder a esta pregunta observaremos que, ante una captura energética, ese Sistema dispone, al menos, de dos opciones de inversión:

-Puede utilizar la energía que ha capturado y metabolizado en *localizar* más energía externa. Es decir, invertir en Sensores

O bien

-Puede invertir la energía capturada, a su vez, en *capturar* más energía externa. Es decir, puede invertir en sus Herramientas de Captura.

De lo anterior podemos deducir que el sistema será más eficiente disponiendo de *criterios de distribución* para la energía capturada. Es decir, para enviar la energía de que dispone el sistema, y *en el momento más adecuado*, bien a los Sensores, para localizar más energía externa, bien a las Herramientas de Captura, para capturarla.

Es decir, dado que un Sistema Vivo compite por la energía de su entorno, dispondrá en su forma más eficiente de

- Sensores, capaces de localizar la energía objeto de competencia
- Herramientas de Captura, capaces de capturarla
- un Sistema Metabólico que distribuya la energía capturada

pero también

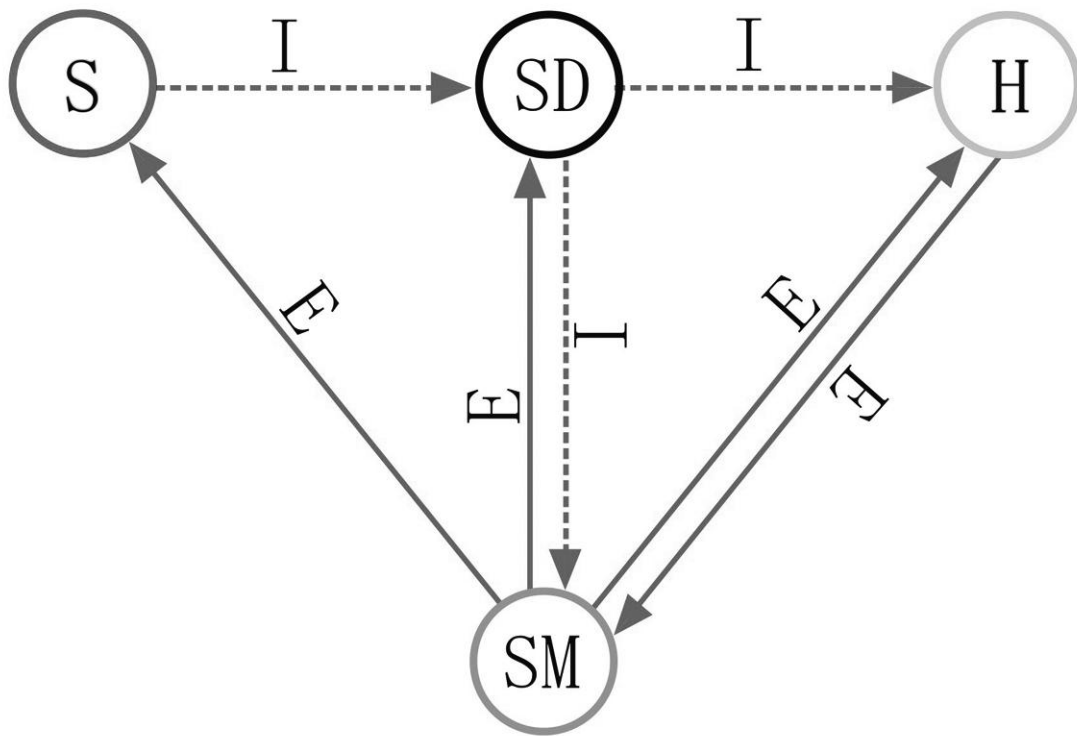
El Sistema Vivo encontrará una mayor eficiencia disponiendo de un Subsistema Decisor capaz de determinar a dónde enviar la energía de que dispone en cada momento: bien a los Sensores, para localizar más energía, bien a las Herramientas de Captura, para capturarla.

Ese sistema, Sistema Decisor, deberá recibir información de los Sensores sobre la energía externa disponible. También del Sistema Metabólico, sobre

la energía interna disponible. Y deberá ser capaz de enviar órdenes a las Herramientas de Captura para efectuar las capturas energéticas. Podemos identificar este cuarto subsistema como asociado al sistema nervioso de los sistemas vivos. Y añadir una cosa más: este sistema nervioso se ha desarrollado, independientemente y de múltiples maneras, en nuestro mundo biológico.

No es extraño. Debemos tener en cuenta que, ya incluso antes de que existiese el Sistema Decisor, el Sensor, aunque no lo hemos dicho, tenía en realidad dos funciones. La primera era localizar energía. La segunda *informar a la herramienta de captura*. Dado que los sistemas vivos son *seres extensos*, la canalización de esa información, embrión del futuro Sistema Decisor, estaba servida.

Con estos datos podemos dibujar el siguiente esquema, que complementa el sistema básico que ya habíamos construido, correspondiente a los sistemas no dotados de sistema nervioso:



estructura básica de un sistema vivo

(S) SENSOR (SD) SISTEMA DECISOR (H) HERRAMIENTA (SM) SISTEMA METABÓLICO

ESTRUCTURA IMPLEMENTADA DE UN SISTEMA VIVO

SENSOR: envía información al Decisor y recibe energía del Sistema Metabólico

HERRAMIENTA de CAPTURA: recibe instrucciones del Decisor, captura energía externa. La envía al Sistema Metabólico, y recibe energía del Sistema Metabólico.

SISTEMA METABÓLICO: Recibe energía de las Herramientas de Captura, la transforma en útil para los diferentes subsistema y la

distribuye entre sí mismo, el Sistema Decisor, los Sensores y las Herramientas de Captura en función tanto de los requerimientos energéticos del sistema como de las órdenes recibidas del Sistema Decisor.

SISTEMA DECISOR: Recibe información de los Sensores (energía externa disponible), del Sistema Metabólico (energía capturada disponible) y envía información (órdenes de activación) a las Herramientas de Captura.

Es importante aclarar que el esquema básico de un sistema vivo, tras incluir al Sistema Decisor, no *sustituye* al esquema sin Sistema Decisor. Se presenta como una alternativa. Pero esta alternativa es más eficiente y más flexible, y por lo tanto, en un proceso de evolución ciega como la que ha regido al mundo biológico, dispondrá de más ventajas al utilizar la energía que captura con mayor criterio, y por lo tanto evolucionará más rápido y descubrirá mayores oportunidades de acceso energético. En otras palabras: tenderá a situarse en la cúspide del proceso evolutivo, al que jerarquizaremos en función de su creciente eficiencia a la hora de localizar y capturar, no sólo la energía externa que le es útil, sino también nuevas energías que permitan a ese Sistema Vivo mantener su estructura.

3. AMPLIANDO NUESTRO CONCEPTO DE “SISTEMA VIVO”.

Así que, partiendo de una perspectiva funcional en nuestro análisis de los sistemas vivos, hemos logrado encontrar una estructura *universal* para todos ellos. Es el momento de analizar tanto lo que hemos conseguido, como lo que no.

Lo que sí hemos hecho es describir a un Sistema Vivo como un conjunto de subsistemas con diferentes funciones. Lo que no hemos hecho es *decir qué soporte fisiológico lo sostiene*. En otras palabras: a partir de ahora, para definir a un Sistema Vivo, buscaremos las estructuras que cumplan esta condición, *independientemente de cual sea la materia que las constituya*.

Estaremos hablando de esta forma de cualquier sistema biológico. En su esquema más básico si carecen de Decisor (desde un ser unicelular a una planta o un hongo). Si al esquema le añadimos un Sistema Decisor podremos incluir dentro de esta definición también a un animal. A cualquier animal, incluido el hombre.

Pero si abstraemos el componente biológico encontraremos que también encajan en la descripción numerosos *sistemas sociales*, especialmente cuando observamos que tampoco hemos necesitado especificar qué es esa energía externa que los sistemas requieren, limitándonos a describirla como *el bien, o conjunto de bienes, que ese Sistema Vivo necesita para mantener su estructura*.

La consecuencia inmediata que podemos extraer es que existen muchas organizaciones no biológicas que localizan, capturan energía y la distribuyen entre sus subsistemas para poder continuar capturando energía.

Y que, según nuestra definición, estas organizaciones también serán sistemas vivos.

Planteémonos, por ejemplo, qué es un Estado. Imaginémosnos un único estado ideal, aislado, que no comercie con otros. Un Estado autárquico. Ese Estado necesita una tierra que produzca materias primas, agrícolas y minerales. Necesita por lo tanto localizar esas materias y capturarlas. Las Herramientas de Captura equivaldrán a lo que en economía se denomina Sector Primario.

Los bienes obtenidos –energías externas- tendrán que ser transformados y distribuidos, algo de lo que se ocuparán los Sectores Secundario y

Terciario. Y se producirá una transferencia energética entre los distintos subsistemas mediante dinero –energía interna del sistema-. El Gobierno – Sistema Decisor- deberá ocuparse, en primer lugar, de garantizar que exista Energía Externa, invirtiendo en sensores que la localicen, y de que se pueda continuar capturando esa energía. Para ello invertirá de la forma más adecuada la energía interna –capital- disponible.

En otras palabras: un Estado también es una estructura que captura energía para poder continuar capturando energía.

Así que, de súbito, con nuestra definición funcional, hemos ampliado enormemente lo que entendemos por un Sistema Vivo. Pero no sólo eso. La definición ofrecida tiene igualmente la capacidad de marcar unas líneas claras, establecer límites, respecto a lo que *no es* un Sistema Vivo. Nos permite guardar distancias con sistemas autoorganizados, pero no vivos: los tornados, las estructuras disipativas o los ecosistemas (no incluimos en esta categoría a la Biosfera en su conjunto, que trataremos más tarde). Existe un amplísimo rango de estructuras cuya adscripción o no al conjunto de los sistemas vivos se presentaba como dudosa. Desde nuestra descripción vemos que no cumplen con los requisitos establecidos, puesto que todas ellas se caracterizan por encontrar un cierto orden a partir de un gradiente energético, es decir, son capaces de capturar energía que les permite estructurarse, pero no disponen de un Sistema Metabólico que realimente su estructura. Son sistemas que capturan energía y se estructuran con ella, pero esa estructura no se utiliza para realimentar a sus Sensores y Herramientas. No capturan esa energía para seguir capturando energía.

En resumen, hemos ampliado nuestra visión de qué es un Sistema Vivo, la hemos extendido a algunos sistemas vivos sociales, pero también hemos visto que la hemos acotado. La definición no sólo nos es útil para decidir qué es un Sistema Vivo, sino también para determinar qué no lo es. Un Estado, organizado energéticamente, será un Sistema Vivo. Localiza, captura y transforma una energía que le permite continuar localizando, capturando y transformando energía. Pero dos Estados vecinos no están organizados energéticamente, y por lo tanto no forman un Sistema Vivo. La sociedad humana, el conjunto de Estados que, a día de hoy, compiten entre sí, no forma, al menos de momento, un Sistema Vivo Social.

4 . SISTEMAS Y SUBSISTEMAS VIVOS

Hemos convenido que todo Sistema Vivo tiene al menos tres tipos de subsistemas: Subsistema Sensor, Subsistema Herramienta de Captura, Subsistema Metabólico, que se hacen más eficientes cuando se les añade un cuarto, un Subsistema Decisor. Esto sugiere una nueva pregunta: si existe una arquitectura universal para describir a cualquier Sistema Vivo, formada por determinados tipos de subsistemas, ¿qué son estos subsistemas?, ¿son los subsistemas de un Sistema Vivo un Sistema Vivo?

Examinemos el Sistema Sensor. Como hemos visto, se caracteriza por:

- localizar energía exterior al sistema,
- enviar información al Sistema Decisor y
- recibir energía del Sistema Metabólico.

Esto responde a una descripción del Sistema Sensor como subsistema de otro sistema más amplio. Pero probemos a invertir los términos. Olvidemos el sistema en su conjunto y concentrémonos exclusivamente en el Subsistema Sensor. Y entonces, en principio, podremos verlo como un *sistema vivo que captura su energía del sistema metabólico*. Para hacerlo, localiza y envía información a otro sistema, el Sistema Decisor. Si lo hace, seguirá recibiendo energía. Si no lo hace, perecerá. Bien a corto plazo, por un “castigo” de un Sistema Decisor evolucionado, capaz de establecer valoraciones de eficiencia de ese Sensor y negarle energía al no ver recompensadas sus inversiones, bien a largo plazo, en procesos evolutivos generacionales, aleatorios, más primitivos. Ciegos, pero igualmente eficientes, que acabarán primando a algún otro Sensor que sí envíe información útil al sistema al que pertenece, y premien igualmente, por el ahorro energético que supone, el cese de inversiones al Sensor no productivo.

Pero hay una diferencia esencial entre el Subsistema Sensor y el sistema vivo en el que se integra: lo que diferencia al Subsistema Sensor de un sistema vivo es que el Sensor no requiere a su vez, o no necesariamente, de Sensores y Herramientas de Captura. Existen dos opciones para el Subsistema Sensor: puede *competir* con el resto de subsistemas por la energía interna que recibe, pero también puede *recibirla regularmente*, mecánicamente, a cambio del servicio que presta.

Pues precisamente estas dos opciones, *competir* por la energía interna del sistema, o *recibirla regularmente a cambio de un servicio*, determinarán si el Subsistema Sensor de un sistema vivo es, a su vez, un sistema vivo, o no lo es.

Esta distinción, que a primera vista puede resultar oscura, no lo es en absoluto si buscamos algunos ejemplos. El ojo de un Sistema Vivo Biológico, Sensor por excelencia, no compite por la energía interna que recibe. Por lo tanto no requiere Sensores para localizar esa energía interna, ni Herramientas de Captura para capturarla. Es un subsistema que no es, a su vez, un sistema vivo.

Si la descripción no es aún suficientemente clara, observando los Sistemas Vivos Sociales, como el Estado que hemos descrito, veremos esta distinción con absoluta nitidez: el Astrónomo Real lleva casi treinta años en su puesto. Durante este tiempo ha localizado decenas de nuevas galaxias, e inventado un sistema de análisis de la luz. Ha pasado por fases más o menos afortunadas en sus investigaciones pero, independientemente de los resultados, siempre ha recibido a fin de mes unos ingresos regulares. El Astrónomo Real ha sido durante estos años, en tanto que miembro del sistema social, un Subsistema Sensor, pero no un Sistema Vivo Sensor.

Pero el astrónomo, para alcanzar el puesto, debió estudiar mucho. Mientras otros trabajaban en puestos más accesibles él invirtió tiempo y recursos en su formación, y compitió con otros astrónomos muy dotados para alcanzar el puesto. Localizó diferentes oportunidades de trabajo y se presentó a varias de ellas, sin éxito, hasta conseguir la que sería su plaza definitiva.

Durante esta fase, el astrónomo localizó energía y compitió por ella: se comportó como un Sistema Vivo. Pero su deseo durante este tiempo era dejar de serlo. Convertirse en subsistema no vivo, *dejar de competir por la energía y recibirla regularmente a cambio de un servicio*.

Las empresas no pueden elegir. Toda empresa necesita localizar energía externa, sea en forma de clientes, de capital, o de un bien determinado (un mineral, por ejemplo). Digamos, generalizando, que toda empresa requiere una labor de investigación que localice esa energía externa, y dispondrá para ello de investigadores que efectúen ese trabajo, o comerciales que busquen clientes, a los que identificaremos con los Sensores de ese Sistema Vivo. También, toda empresa requiere una tecnología para capturar esa energía que ha localizado –una Herramienta de Captura-. Y una vez capturada esa energía, requerirá un “Sistema Metabólico” que la transforme en capital con el cual alimentar a sus investigadores, a sus Herramientas de

Captura, y los propios gastos del Sistema Metabólico (a la figura del contable de la empresa, por ejemplo). Y, finalmente, una empresa será más eficiente si dispone de criterios de actuación sobre qué hacer con la energía –capital- capturado: Cuánta de esa energía invertir en investigación –en sensores- y cuánta invertir en la captura energética. Las empresas son Subsistemas del Sistema Vivo Estado, y como tales cumplen alguna de las funciones descritas: localizan y capturan energía externa al sistema (sector primario), o la transforman o distribuyen (sectores secundario y terciario). Pero han de competir por la energía interna del sistema. Es decir, son a su vez Sistemas Vivos.

En resumen. *Los sistemas vivos biológicos están formados por subsistemas que no son sistemas vivos, mientras que los sistemas vivos sociales, también formados por subsistemas que cumplen las funciones Sensor, Herramienta de Captura, Sistema Metabólico... están formados por subsistemas que pueden ser a su vez sistemas vivos –la empresa- o no –el Astrónomo Real-.*

Ahora bien: el ojo, o cualquier otro subsistema que no sea a su vez un sistema vivo, deberá ser energéticamente eficiente, y desde este punto de vista también compite por energía. Lo hace con otros Sensores. Si la información que entrega es útil, recibirá energía a cambio. Si no lo es, el Decisor, o la propia evolución, le castigarán forzándole a su desaparición. En el caso de sistemas vivos biológicos esa ineficiencia arrastrará a todo el Sistema Vivo en el que se integra.

El ojo, además, no compite únicamente con otros Sensores del mismo sistema, sino también con los Sensores del mismo tipo de otros sistemas. Una competencia injusta, podríamos decir, puesto que un buen Sensor puede integrarse en un mal sistema (un sistema con un Decisor, o con Herramientas de Captura, o con un Sistema Metabólico deficientes), y no prosperar. Pero así es el mundo.

Por lo tanto, sea o no un sistema vivo, el Subsistema Sensor compartirá algunas características de los sistemas vivos: requiere energía para su constitución, y seguirá obteniendo energía en tanto en cuanto contribuya a proporcionarla al sistema en el que se integra. Evoluciona –intergeneracionalmente en el caso de los sistemas vivos biológicos, intrageneracionalmente en los sociales- en competencia con otros subsistemas del mismo tipo. Comparte, en resumen, con los sistemas vivos que su viabilidad en el tiempo dependerá de un balance energético positivo.

Pero hay una diferencia sustancial, a la hora de establecer ese balance energético, entre sistemas y subsistemas vivos. *El balance energético de los sistemas vivos es autónomo: deben capturar más energía de la que consumen. El balance energético de los subsistemas, sin embargo, requiere un “sistema de contabilidad externa”:* la energía que cuesta un subsistema que no es a su vez un sistema vivo *no se compara con la energía que ingresa, sino con la energía que permite obtener al sistema en el que se integra.* Recordemos esta última afirmación, pues nos permitirá, más adelante, transformar completamente nuestra valoración de qué es la energía, según la entiende actualmente la Física.

5. SUBSISTEMAS HERRAMIENTAS DE CAPTURA

Algo parecido podemos decir de las Herramientas de Captura. Podemos definir las también como subsistemas del Sistema Vivo que obtienen energía a cambio de un servicio, en este caso capturar determinados bienes energéticos, energía que les entrega el Sistema Metabólico.

Recordemos que aunque empleemos la misma palabra, energía, en los dos casos, hablamos de dos energías diferentes: la que captura la Herramienta de Captura es una Energía Externa al sistema, mientras la que recibe es una Energía Interna adecuadamente transformada para serle útil, proveniente del Sistema Metabólico.

Al igual que los Sensores, las Herramientas de Captura podrán ser a su vez sistemas vivos (competirán por acceder a la energía interna del sistema) o no serlo (recibirán regularmente esa energía). En el primer caso pueden valorarse por una contabilidad interna –deben obtener más energía de la que consumen-, mientras en el segundo su contabilidad será externa –deben proporcionar al sistema en el que se integran más energía de la que consumen-.

Lo mismo que sucede con los Sensores, las Herramientas de Captura pueden ser eficientes o ineficientes y, en competencia tanto con otras herramientas del sistema vivo como con Herramientas de otros sistemas que compitan con el suyo, prosperarán o desaparecerán. Su suerte no será menos injusta que la de los Sensores: su éxito está asociado al éxito del sistema al que pertenecen. Una buena Herramienta asociada a un mal Sensor o a un Decisor incapaz de entregarle la energía adecuada en el momento adecuado tendrá un futuro incierto, por más afinada y eficiente que sea.

6. LA SERVIDUMBRE DEL SISTEMA DECISOR

Si nos referimos a los subsistemas Decisor y Metabólico podemos decir algo parecido.

El Sistema Decisor recibe información de los Sensores y envía información a las Herramientas de Captura y el Sistema Metabólico. Y recibe energía no de las Herramientas de Captura, sino del Sistema Metabólico, transformador y distribuidor de la energía capturada por las herramientas. El Decisor se encuentra en una posición a la vez fuerte y delicada. Fuerte, puesto que se encuentra, opcionalmente, en una posición capaz de dar órdenes al Sistema Metabólico de forma tal que él reciba toda la energía capturada. Pero a la vez delicada, puesto que esta opción dejará sin energía a sus Sensores y Herramientas, privándole de más energía futura.

Es su servidumbre: es posible un Decisor que no entregue energía al resto de subsistemas, sino que la consuma él. Pero al no invertir correctamente la energía interna del sistema, acabará desapareciendo. La evolución en competencia hará que, a la larga, sólo la estrategia más adecuada de reparto energético permita subsistir a un Sistema Decisor: aquella que haga eficiente al sistema en el que se integra en competencia con otros.

Un Decisor, finalmente, sea el cerebro de un individuo o el Gobierno de un Estado, NO puede generar Energía. El cerebro no puede ordenar la creación de Hematíes, ni el Gobierno fabricar capital. Lo único que pueden hacer es administrar la Energía Interna que les entrega su Sistema Metabólico, con el fin tanto de mantener el sistema como de obtener nueva energía externa.

7- SUBSISTEMA METABÓLICO

También el Sistema Metabólico se halla en una posición de relativa fuerza respecto al sustento energético, pues es por él por el que pasa toda la energía del sistema. Pero, como el resto de sistemas, depende de ellos simbióticamente. Un Sistema Metabólico “egoísta”, que no cumpliera su función adecuadamente y, en lugar de distribuir la energía, únicamente la consumiese, se condenaría rápidamente al no entregar la necesaria energía al resto de subsistemas para que él pueda continuar recibéndola.

8- SIMBIOSIS

De lo anterior se deduce que la simbiosis, la unión de distintos sistemas para lograr el objetivo común de la supervivencia, está en la base, es esencial a la vida. La simbiosis ES la vida, en tanto en cuanto, según la definición ofrecida, TODO sistema vivo es consecuencia de la unión simbiótica de diferentes subsistemas vivos.

Pero esta simbiosis puede darse, además, en dos direcciones.

Un sistema vivo, según hemos descrito, está formado por subsistemas que, aún no siendo vivos, comparten con estos alguna de sus características: también requieren energía, su balance energético debe ser positivo, y compiten con otros subsistemas del mismo tipo pertenecientes a ese subsistema o a otros.

Ahora bien: ¿no puede ser el sistema vivo analizado subsistema, a su vez, de otro sistema vivo más amplio?

La respuesta es que *puede suceder* que el sistema vivo que hemos estudiado hasta ahora sea, efectivamente, un subsistema de otro sistema más amplio. El sistema, ahora subsistema, se caracterizará entonces por obtener energía a cambio de un servicio prestado al sistema en el que se integra.

De hecho, ya hemos contemplado esa posibilidad: los sistemas vivos sociales son característicamente sistemas formados por sistemas vivos.

Estos sistemas –un individuo, una empresa- requieren localizar energía externa, capturarla, distribuirla. Responderán siempre a un esquema como el descrito para los sistemas vivos. Pero no son sistemas biológicos. No se reproducen, o no lo hacen al menos como los sistemas biológicos. No tienen DNA. Y, sin embargo, según la estructura descrita, y así lo mantendremos en este texto, son sistemas vivos, tan vivos como los biológicos.

Pero no se pretende afirmar aquí que cualquier agrupación de sistemas vivos, cualquier sociedad, forme un Sistema Vivo, sino que esto sucede en ciertos casos: cuando está organizada energéticamente según la estructura descrita.

Una empresa será un sistema vivo, pero dos empresas cualesquiera del mismo ramo no formarán un sistema vivo. No comparten una estructura de captura energética. Son energéticamente independientes. Tampoco formarán un Sistema Vivo el conjunto de empresas de una misma clase, salvo que estén organizadas en algún tipo de asociación, que funcionará como uno de los Sistemas Decisores de las mismas, pudiendo ser ella misma, a su vez, un Sistema Vivo. En este caso, existirán los sistemas vivos –empresas- y el sistema vivo –asociación-, que tratará de localizar, capturar y distribuir energía entre sus asociados pero tendrá como primer fin su propia supervivencia. Igual sucede en el reino animal: algunos de los miembros de una especie animal pueden estar asociados en un sistema vivo más amplio, social –una colonia, un enjambre-, pero el conjunto de ellos, la especie, no está organizada energéticamente, no formará un sistema vivo.

Sistemas vivos serán aquellos organizados para la captura energética. Sistemas que capturan energía que utilizan para continuar capturando energía. Se incluyen en esta definición todas las organizaciones estructuradas para la captura energética de capital (Energía Interna del sistema vivo social), de influencias traducibles finalmente a términos energéticos...; escapan sin embargo a esta definición, como ya hemos visto, conjuntos tales como “sociedad” si ésta no se identifica como un Estado, es decir, con una estructura de captura energética. Igualmente “humanidad” no es una entidad configurada como Sistema Vivo, al no estar articulada, al menos de momento, desde la perspectiva energética descrita.

Por otra parte, de lo hasta aquí expresado se deduce que un sistema cualquiera, por ejemplo un individuo, puede ser a la vez sistema y subsistema en varios niveles. Por ejemplo, un Sistema Vivo individual es, a la vez, Sistema Vivo Biológico y subsistema de un Sistema Vivo Empresa.

Igualmente, puede adquirir diferentes estatus a lo largo del tiempo: se ha comportado como un Sistema Vivo un tiempo –buscando empleo, invirtiendo en formación- para pasar luego a ser subsistema del Sistema Empresa. En una democracia todos somos Subsistemas Decisores ocasionalmente. El entramado de subsistemas del Sistema Vivo Social es cambiante, complejo, en permanente reequilibrio.

Y, sin embargo, la estructura de cada Sistema Vivo, la estructura universal de los sistemas vivos indicada, permanece. Todos los subsistemas pueden inscribirse en alguna de las categorías descritas – o las que describiremos un poco más adelante- y todos, en promedio, resultarán rentables energéticamente para el sistema en el que se integran. Por supuesto que las actividades no rentables pueden existir, y existen, pero serán no duraderas,

o en todo caso el Sistema Vivo que las alberga no podrá basarse en ellas más allá de la duración de su energía almacenada, una variable que examinaremos más adelante.

9. UN MUNDO VIVO

Como hemos visto, TODO Sistema Vivo está formado por subsistemas que cumplen unas funciones que hemos determinado. Estos subsistemas que conforman el Sistema Vivo pueden, a su vez, ser sistemas vivos o no serlo, según compitan por la energía que reciben o la reciban a cambio de un servicio, según su contabilidad energética sea propia o se inscriba en la contabilidad energética general del sistema en el que se integran. Pero tanto unos como otros comparten características esenciales de lo que todos entendemos como vida: el hecho de que requieren energía para formarse y sobrevivir, y sobreviven en competencia.

La diferencia entre sistemas vivos biológicos –formados por subsistemas que no son sistemas vivos- y sociales, que incluyen subsistemas que también pueden ser sistemas vivos, es abismal en términos de velocidad evolutiva. Los subsistemas biológicos sólo se corrigen, además de ciegamente, intergeneracionalmente, mientras los subsistemas sociales se encuentran en constante evolución, cada uno de los subsistemas compitiendo con otros en todo momento.

Pero destacaremos ahora algo que no nos cansaremos de mencionar a lo largo de esta obra: el mundo que nos rodea, tanto biológico como “artificial”, está vivo. Cada uno de los elementos –subsistemas- que lo componen existe porque ha recibido energía, y se espera de esa inversión que sea recuperada con beneficios. La silla en que nos sentamos, el martillo con el que la construimos, pertenezcan a un individuo, a una empresa, a un Estado, han costado energía. Son, por tanto, subsistemas, vivos o no, pero que forma parte, integrados, en un Sistema Vivo.

Esperamos de la silla que nos permita ahorrar más energía de la que nos ha costado, permitiéndonos trabajar, o descansar, más cómodamente. Ha competido con otras sillas por esa función, recibirá energía para reparaciones en tanto en cuanto siga siendo rentable energéticamente para el sistema que haya invertido en ella. La silla no es un Subsistema Vivo, puesto que su “contabilidad energética” es externa a ella. Pero no puede escapar a esa contabilidad energética. Aunque no sea ella misma un Sistema Vivo, la silla es un Subsistema Herramienta de un Sistema Vivo, pertenece a la estructura de un sistema vivo.

Tenemos que redefinir, ampliar, nuestro concepto de sistema vivo, Contemplarlo de una manera mucho más extensa. Ver todo lo que nos rodea, cada objeto que nos es útil, como un elemento en el que un

Subsistema Vivo –empresa- ha invertido, y que nosotros, bien sea como sistemas vivos individuales, familiares o profesionales, hemos adquirido.

Estamos revisando radicalmente la consideración de sistemas vivos, habitualmente asociada a los sistemas vivos biológicos, y adaptándola a una realidad más amplia, una realidad en la que cada objeto, cada elemento que nos rodea en nuestro mundo social, ha sido el fruto de una inversión de un Sistema Vivo en competencia con otros, proceso que no se diferencia en lo esencial de los procesos evolutivos biológicos, al menos desde el punto de vista funcional que nos ocupa. Y esa visión unificadora nos permitirá ver que el proceso evolutivo biológico no se ha interrumpido, en nuestro caso, con la aparición del *Homo sapiens*, sino que éste ha significado el arranque de una nueva fase evolutiva, social. Una fase que, integrada en el proceso evolutivo general, nos permitirá obtener una perspectiva completamente nueva.

10. COMPLETANDO EL ESQUEMA UNIVERSAL DE LOS SISTEMAS VIVOS

El Sistema Vivo descrito hasta el momento puede ser considerado como potencialmente inmortal, sempiterno. Pero la misma descripción dada implica necesariamente dos cosas:

-que ese Sistema Vivo, a causa de la captura energética que realiza, modifica su entorno

-que la continuación en la captura energética puede hacer que la energía disponible se vuelva limitada.

Estos dos hechos tienen como consecuencia que, para el Sistema Vivo, no es únicamente importante capturar energía, sino poder seguir capturándola bajo dos situaciones inevitables: entornos que se modifican y limitaciones energéticas. Es decir, el Sistema Vivo desarrollará –sobrevivirá si desarrolla- otros subsistemas que le permitan, además de capturar energía presente, seguir capturándola en condiciones de modificación de su entorno y posibles limitaciones energéticas futuras.

Por lo tanto, y como consecuencia de la propia definición de Sistema Vivo ofrecida, debemos ampliar nuestra definición de Herramientas de dicho sistema para incluir las que le permitan *no solamente capturar, sino también continuar capturando energía en ese entorno cambiante y en el cual, por la propia acción del ser vivo, se vuelve posible una limitación energética.*

11. OTROS TIPOS DE HERRAMIENTAS

Serán, por tanto, Herramientas del Sistema Vivo tanto aquellas que le sean útiles para capturar energía como aquellas, de las que hablaremos ahora, que le permitan capturar energía futura.

Son las siguientes.

-Herramientas de inversión.

Las Herramientas de Inversión son metaherramientas: Herramientas que mejoran al resto de Herramientas. Mecanismos por los cuales el Sistema Vivo puede continuar localizando, capturando, transformando y distribuyendo energía en un entorno que se transforma.

Se puede invertir tanto en mejorar una Herramienta ya existente como en crear una Herramienta completamente nueva. Observemos que las Herramientas de Inversión *permiten continuar la captura en un entorno diferente al presente*. Esta definición equivale, en principio, a decir que son inversiones completamente ciegas: vamos a crear una Herramienta que, *quizás*, pueda sernos útil para capturar energía en un *entorno futuro, diferente al actual y no predecible*.

La principal herramienta de inversión, característica de los seres biológicos, es la descendencia. Consideraremos aquí, desde un punto de vista funcional, que LA DESCENDENCIA REPRESENTA UNA CONTINUIDAD DEL MISMO SISTEMA VIVO, es decir, un sistema vivo encuentra en su descendencia una CONTINUACIÓN de su estructura y de su capacidad para mantenerla mediante el consumo energético. La “descendencia con modificación”, a su vez, es un perfeccionamiento de la replicación exacta, puesto que a través de estas modificaciones permite, en ocasiones, la adaptación a entornos fronterizos, siendo la tasa de modificación una adaptación a la velocidad con que tales entornos se modifican.

Pero esa modificación, por más ciega que sea, significa que la descendencia, al no ser idéntica, incorporará novedades, es decir, *innovación*. Observemos que estamos viendo la reproducción no como una Herramienta esencial en un sistema vivo, sino como una Herramienta necesaria *en tanto que ese sistema vivo existe en un entorno que se modifica*. Dado que todos los entornos cambian y las energías se agotan, todos los subsistemas deberán invertir en Herramientas de Inversión que

cumplan esa función de adaptación a las nuevas circunstancias. Y ésta transformación –la innovación- será, de hecho, uno de los motores de la evolución.

La incorporación de las Herramientas de Inversión a nuestra definición de sistemas vivos nos permite hablar de otro Sistema Vivo Social: la familia. Imaginemos esa familia como formada por un padre que localiza y captura Energía Externa del sistema y una madre que la metaboliza (compra alimentos, los cocina, los distribuye), convirtiéndola en Energía Interna del sistema. Ese Sistema Vivo invierte en su descendencia, sus hijos, para a través de ellos continuar capturando energía en el futuro (disculpen el ejemplo si lo encuentran un tanto arcaico, pero espero que sea suficientemente claro).

Pero la reproducción es solamente una de las opciones posibles. *Los sistemas vivos sociales no se reproducen, al menos no por procedimientos equiparables a los organismos biológicos.* Sus Herramientas de Inversión son completamente diferentes. Los sistemas vivos sociales invertirán tanto en la mejora de una Herramienta cualquiera de su sistema como en Educación. La reproducción deja de ser, desde esta perspectiva, consustancial a los sistemas vivos. En los Sistemas Vivos Sociales las Herramientas de Inversión dan un enorme salto cualitativo: ya no será necesario esperar toda una generación para, quizás, encontrar en los sucesores unas Herramientas más aptas: el Sistema Vivo Social invierte específicamente en la mejora de sus propias Herramientas, y lo hace sin necesidad de que otro Sistema Social –su hipotético descendiente- lo sustituya.

-Herramientas homeostáticas .

Homeostasis proviene del griego *homeo*, que significa “similar”, y *estasis*, “estabilidad”. Hablaremos de Herramientas Homeostáticas como *aquellas que optimizan el funcionamiento de un sistema vivo en lucha contra su propia degradación.* Nos referimos así, por ejemplo, tanto a los anticuerpos en los sistemas biológicos como al sistema Sanitario o Judicial en los sistemas vivos sociales. Estas Herramientas se caracterizan por mantener la eficiencia energética de un sistema que se degrada o por corregir errores en el desenvolvimiento de sus procesos.

En los sistemas vivos sociales, caracterizados por estar formados por individuos conscientes de su mortalidad, las Herramientas Homeostáticas adquieren características propias, incluyendo cualquier procedimiento que

alimente la funcionalidad de estos subsistemas a pesar de esa conciencia. Por ello combatimos el hecho cierto de nuestra mortalidad mediante la adscripción a entidades que simbolizan la inmortalidad, desde deportivas a religiosas. La conciencia de la mortalidad –hallazgo necesario, según veremos más tarde, en el proceso evolutivo- genera su propio anticuerpo, en forma de una psicosis evolutivamente premiada que permite al individuo sobreponerse a ese hecho, ignorarlo, de forma tal que continúe siendo energéticamente eficiente, tanto como tal individuo –Sistema Vivo Biológico-, como subsistema social. Cabe diferenciar, sin embargo, el hecho deportivo o religioso –Herramienta Homeostática individual- de las estructuras que los representan –Herramientas Homeostáticas sociales-, que ofrecen un servicio a cambio de energía –capital, en este caso-, y que se integran, en nuestro esquema, dentro de las Herramientas Sociales Homeostáticas.

-Herramientas de ataque.

Finalmente, un Sistema Vivo, en competencia por una Energía Externa limitada, verá premiada la existencia de Herramientas de Ataque, que *impidan el acceso a esa energía por parte de otros sistemas vivos.*

Como hemos visto, los sistemas vivos compiten por energía, mientras que los subsistemas reciben esa energía a cambio de un servicio. Las Herramientas de Ataque, en los sistemas biológicos, se ocuparán de competir por energía con otros sistemas biológicos.

Sin embargo, un Sistema Vivo Social está formado a su vez por subsistemas que pueden ser vivos, es decir, que compiten por la Energía Interna –capital- de ese Sistema Social; las Herramientas de Ataque se encargarán en este caso no solamente de garantizar el acceso energético del sistema social en su conjunto (Estado) ante otros sistemas vivos-Estado, sino que deberán ocuparse también de la competencia entre los propios subsistemas. Serán respectivamente las Herramientas Ejército y las Herramientas Policía.

El desarrollo de las Herramientas de Ataque –herramientas que impiden el acceso a energía de los competidores- será otro gran motor evolutivo.

12. ESQUEMA COMPLETO DE LOS SISTEMAS VIVOS

Hemos visto que todos los sistemas vivos precisan de:

- Sensores,
- Herramientas de Captura energética,
- Un Sistema Metabólico.

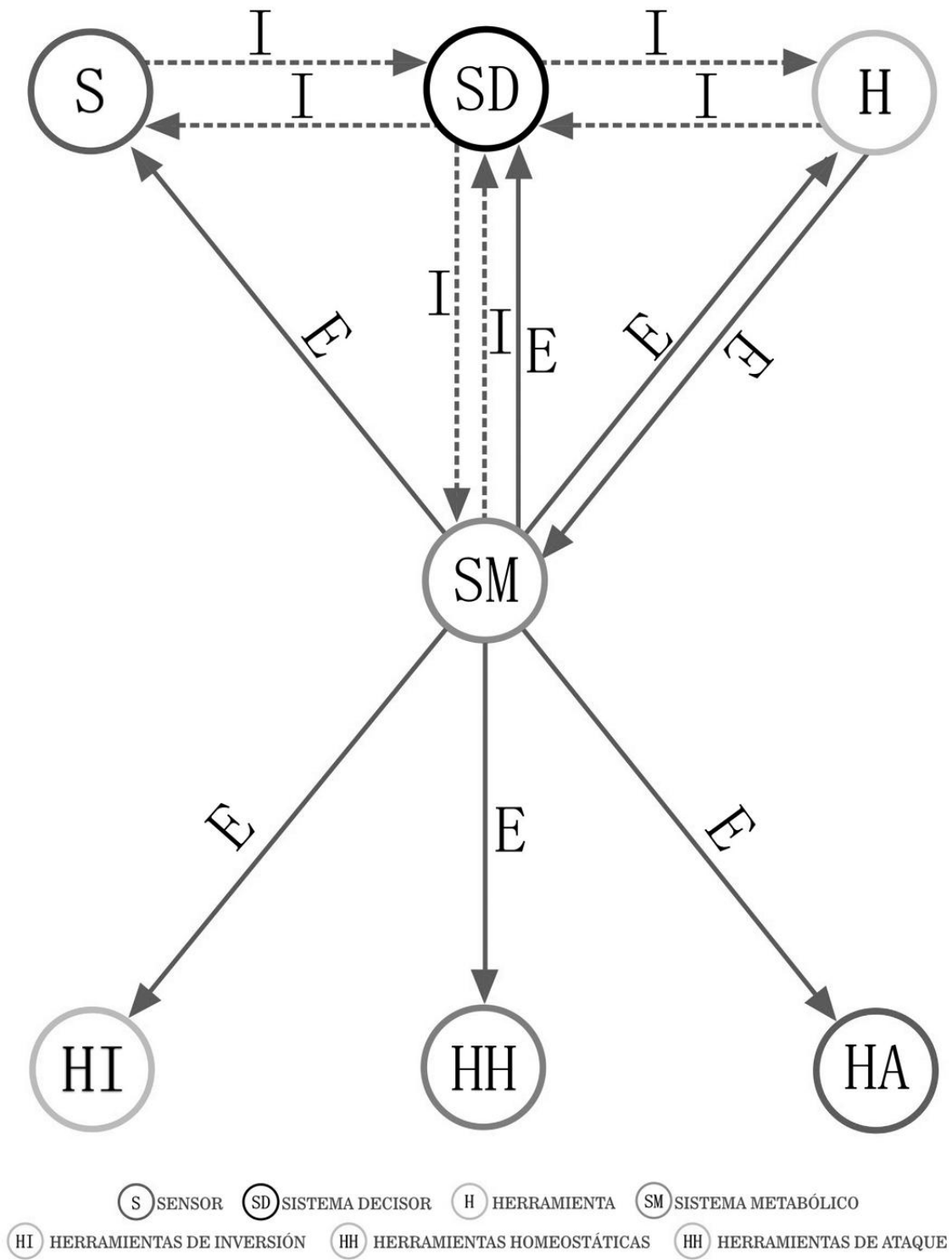
Y que este esquema será más eficiente si se completa con un Sistema Decisor, que determine qué hacer con la Energía Interna disponible en cada momento.

Estos subsistemas, y su estructura, son suficientes para definir a un sistema vivo. Sucede que ese sistema vivo, potencialmente inmortal, no lo será al encontrarse en un entorno que se modifica. Es decir, no perdurará. Para sobrevivir a medio plazo deberá invertir ciegamente para mantener su estructura en un nuevo entorno, futuro, que no conoce. También deberá mantener la eficiencia de sus propios procesos y, además, deberá competir con otros por esa energía que necesita.

El sistema vivo, no para ser funcional, sino para continuar siéndolo, deberá desarrollar por lo tanto otras herramientas:

- Herramientas de Inversión
- Herramientas Homeostáticas
- Herramientas de Ataque.

Ahora sí, podremos hablar de un ESQUEMA UNIVERSAL DE LOS SISTEMAS VIVOS en un entorno cambiante.



Esquema universal de los sistemas vivos.

13-EL FENOTIPO EXTENDIDO

Existe una idea presentada por el biólogo Richard Dawkins según la cual las construcciones culturales generadas por los sistemas vivos forman parte estructural de los sistemas vivos. Este planteamiento fue también estudiado por Scott Turner desde una perspectiva fisiológica. Nuestra visión encaja exactamente con este planteamiento. Con un matiz: mientras Dawkins habla de *memes*, o unidades mentales –conceptos, conocimientos capaces de construir un objeto- como *sistemas vivos* que evolucionan, nosotros definiremos esos *memes* como herramientas no vivas de un sistema vivo. Pero serán un subsistema más, entre muchos.

Así, al igual que un *meme*, un martillo será un subsistema del Sistema Individuo que lo utiliza, pudiendo ser según su uso una Herramienta de Inversión (cuando construimos con él una silla), del Sistema Homeostático (cuando arreglamos una cañería), etc.

Igualmente, una máquina de vapor, o un motor de explosión, serán una Herramienta –un subsistema- del sistema vivo social que las posee, pudiendo dedicarse a la captura de un bien –una excavadora- o a la transformación de un bien o su desplazamiento –una máquina envasadora, o un vehículo-, en este caso como Herramientas Metabólicas. Y, efectivamente, un “meme”, una idea, un conocimiento, será también un subsistema de un sistema vivo.

¿Qué caracteriza a estas herramientas, sean un “*meme*” o una lavadora? NO serán sistemas vivos, puesto que no tienen una contabilidad energética autónoma: *no capturan energía para poder continuar capturando energía*, sino que obtienen energía exclusivamente *a cambio de un servicio* que prestan al sistema vivo que invierte en ellos, servicio por el que reciben energía. No tienen, por tanto, la estructura universal que hemos definido y caracteriza a todo sistema vivo.

Pero tanto el “*meme*” como la lavadora requieren una inversión del sistema vivo que los incorpora, tanto para su generación como para su mantenimiento, y lograrán dichas inversiones en tanto en cuanto sean rentables energéticamente. Serán subsistemas asociados a alguno de los sistemas vivos descritos, y al igual que ellos *evolucionarán en competencia* por la energía que requieren. Es decir, serán subsistemas no vivos que *forman parte de ese sistema vivo*.

Esto nos ofrece una visión de la realidad nueva en la cual, si ahora levantamos la vista del texto, nos encontremos donde nos encontremos, veremos que nuestro entorno está formado por elementos que pertenecen a un Sistema Vivo. Sea familiar, si nos encontramos en nuestro hogar, sea empresarial, si estamos leyendo en nuestra oficina o en un café, sea institucional, si estamos en el metro. TODOS los elementos que nos rodean son unidades discretas, TODOS son subsistemas, vivos o no, de un Sistema Vivo. TODOS pueden incluirse en alguno de los tipos de subsistemas descritos. TODOS existen como inversión de algún sistema, sea el propio libro que el lector tiene entre sus manos, la silla en la que se sienta, la mesa en la cual apoya el libro... Cualquiera de esos elementos es una inversión energética, incluyendo las ideas que pasan por nuestro cerebro. La silla permite desarrollar una labor con un grado de eficiencia mucho mayor que el permitido si nos encontráramos de pie, o sentados en el suelo. Invertimos en la silla para ahorrar energía, utilizando la energía de que disponemos de un modo más eficiente. Lo mismo podemos decir de la mesa, y de cada uno de los objetos que se encuentran a nuestro alrededor. Las paredes que nos protegen del exterior también son una inversión, en este caso Homeostática, de un sistema vivo individual, familiar, social, empresarial... y nuestras ideas son inversiones de nuestro Sistema Decisor que pueden servirnos, en algunos casos, para determinar nuevas inversiones, o no (en cuyo caso las desecharemos como inversiones no productivas).

14. VIDA MÁS ALLÁ DE LA VIDA

Extender el adjetivo “vivo” más allá de los límites biológicos supone, como mínimo, romper algunos tabúes de la biología. Tabúes justificados, puesto que desde la biología se entiende, razonadamente, que la vida no sólo implica la captura de ciertas energías, sino de ciertas materias, y que la materia, no sólo la energía, es necesaria para la definición de un sistema vivo. La vida se basa, a falta de pruebas que lo contradigan, en la química del carbono.

Nuestra argumentación será diferente, pues hemos considerado esas materias como bienes que el Sistema Vivo requiere para mantener su estructura. Y como tales bienes que permitirán al sistema mantenerse, realizando un trabajo, los denominamos energías. Es decir, atendiendo a la definición más básica de Energía –la capacidad de realizar trabajo-, hemos considerado que *las materias que el sistema vivo biológico requiere no son sino formas de energía específicas, capaces de permitir al sistema vivo realizar ese trabajo. Y, de esta forma, estamos redefiniendo el mundo, al menos el mundo vivo, no como materia, sino como energía.*

Recordemos las premisas de las que hemos partido:

La vida es una estructura que capta una energía que le permite continuar captando energía. Energía será el bien –o cada uno de los bienes- que permitan mantener esa estructura.

Y esta estructura, como hemos visto, puede encontrarse no sólo en los sistemas vivos biológicos, sino también en los sociales. Quizás podría buscarse un neologismo que englobe tanto a unos y a otros. Pero existe una ventaja al emplear la palabra vivos para definir a sistemas no biológicos, que espero dejar clara a lo largo de este libro: al utilizarla se hace posible incluir a los sistemas biológicos en un proceso evolutivo en el que suponen un estadio, pero no son un fin. Al igual que los sistemas biológicos se forman mediante la unión de varios subsistemas que actúan simbióticamente, según el modelo descrito Sensor-Herramienta de Captura-Sistema Metabólico-Decisor, los Sistemas Sociales se forman por la unión de varios subsistemas biológicos en un proceso esencialmente idéntico, puesto que implica localización y captura de energía, su transformación y distribución entre los subsistemas que intervienen en el proceso.

La misma estructura que nos permite definir los Sistemas Vivos Biológicos nos sirve también para describir a los sociales, lo que nos permite hablar con propiedad de Sistemas Vivos Sociales.

Y esta visión de la realidad es trascendente porque, de ser aceptada, cambia a su vez nuestra visión de la evolución. La capacidad del *Homo sapiens* de generar conocimiento, cultura transmisible intergeneracionalmente, ha supuesto, simultáneamente, la creación de Sistemas Vivos Sociales. Estos sistemas presentan características nuevas –podríamos decir, más propiamente, nuevas habilidades en la captura energética-, entre ellas la posibilidad de que el individuo conozca sus límites energéticos y los de sus competidores, la posibilidad creciente de anticipar actuaciones, de innovar conscientemente, y de transformar así, radicalmente, el proceso evolutivo.

Pero su estructura funcional es la misma. Tras el *Homo sapiens*, o como su consecuencia, surge ya no el *Homo*, sino el SISTEMA SOCIAL que toma el testigo. El *Homo sapiens*, además de cómo sistema vivo biológico, se revela como subsistema vivo social, y como tal se ve sometido a las reglas que el sistema social le marca. Se integra dentro del sistema social cumpliendo alguna de sus funciones: en el Sistema Metabólico (en el mundo actual hablaremos de banca, transporte, comercio), en el Sensor (investigador, artista), como Subsistema Decisor (gobernante) o Herramienta de Captura (sector primario). Se dedica a la enseñanza –Herramienta de Inversión-, a la medicina o la justicia –Herramientas Homeostáticas-. Se incorpora a la policía o el ejército como Herramienta de Ataque. Pero nunca puede suplantar todas esas funciones simultáneamente ni romper, salvo temporalmente, las reglas que las construyen. El individuo se convierte en un subsistema que actúa simbióticamente con otros individuos para mantener el sistema en el que se integra.

Estudiar la evolución en los últimos miles o cientos de miles de años ya no será analizar los pequeños cambios fisiológicos habidos en el *Homo sapiens*, sino que pasará a ser estudiar la evolución de los Sistemas Vivos Sociales, esencialmente en cuanto a su estructura como tales sistemas vivos –los diferentes subsistemas que los componen-, y su disponibilidad energética, tanto externa –materias primas- como interna –capital-, materias que pasarán a formar parte de la Evolución en su conjunto.

Y sucede que la Evolución, estudiada de esta manera, ya no será un proceso ciego, aparentemente indeterminado, sino que incorporará una flecha, a medida que los sistemas vivos implicados sean más y más capaces de recordar sucesos pasados y, en función de esta información almacenada, tomar decisiones más precisas y adecuadas sobre qué hacer, en cada momento, para garantizar la persistencia de su estructura.

Pero antes de continuar con esta argumentación, antes de ver hacia dónde conduce esa flecha, vamos a continuar analizando nuestro esquema. Observando qué es, para un sistema vivo, Energía.

Creo que podemos hablar de ella en dos modos distintos: la existencia de la energía es previa a la existencia de la vida. Previa por tanto al proceso que este libro trata de describir. Sin embargo, una vez aparecida la vida, hay algunas características de la misma que cambian. Vida y energía, interrelacionadas adquieren características cualitativamente nuevas, y sobre ellas trataremos.

CAPÍTULO 2- ENERGÍA

La Energía es una de las magnitudes más empleadas de la Física, y sobre ella se construye gran parte del conocimiento actual. Sin embargo la Energía, así concebida, es en todos los casos el establecimiento de unas relaciones entre fenómenos, pero no la evaluación “por sí mismo” de un fenómeno.

David Rose la define así: “Energía es un concepto abstracto inventado por los físicos en el siglo XIX para describir cuantitativamente una amplia variedad de fenómenos naturales”.

Llegando un poco más lejos en la evaluación de esta carencia, podemos acudir a la famosa declaración del ya fallecido físico Richard Feynman en su libro *“Lectures on Physics”*: “Es importante darse cuenta de que en la Física de hoy no sabemos qué es la Energía. No tenemos una idea de por qué la Energía está formada por pequeños pulsos de una cantidad definida”.

No trataré siquiera aquí siquiera de contribuir a resolver tales enigmas, pero sí de hacer una valoración de qué es la Energía desde el punto de vista que nos ocupa, que es el de la formación de Sistemas Vivos, y extraer algunas conclusiones.

1. ENERGÍA PARA LOS SISTEMAS VIVOS

Energía es, tradicionalmente, la capacidad de producir trabajo. Nosotros hablaremos de Energía en un sentido más específico, determinando que, para los Sistemas Vivos, **Energía es el bien capaz de producir un determinado trabajo: el que necesita cada sistema vivo para mantener su estructura.**

Pero recordemos nuestra definición de sistema vivo: Una estructura que capturará y utilizará esa energía *para obtener más energía*. Y esa nueva energía le servirá para realizar más trabajo. Surgen entonces problemas.

El primer problema es que

El valor de la energía para un sistema vivo no es, sobre todo, o no únicamente, el valor de la energía consumida, sino el valor de la energía que le permitirá seguir consumiendo.

Lo importante desde este punto de vista es que la energía consumida por un sistema vivo no tiene únicamente un valor en julios o en calorías. Cada consumo energético es importante porque permitirá al sistema vivo CONTINUAR consumiendo energía. Es decir, cada sistema vivo, y cada consumo energético de un sistema vivo, tiene asociado un *cono de consumos energéticos futuros*. Un cono porque ese consumo energético futuro será potencialmente creciente ya que, gracias a esa energía, el sistema vivo podrá invertir más en Sensores, localizando cada vez más energía, y en Herramientas que la capturen (sea el propio sistema, en el caso de sistemas vivos sociales, o mediante la reproducción, en los biológicos. En este último caso, cada uno de los nuevos sistemas tendrá a su vez asociado un cono de energías futuras que parten de ese cono inicial).

Y el valor de esa energía futura no puede, al menos inicialmente, ser medido.

2. SISTEMAS CERRADOS Y SISTEMAS ABIERTOS

Imaginemos, por ejemplo, un doble tanque, relleno con un gas a una cierta temperatura en una de sus cubas y a una temperatura diferente en la otra, y conectado por un estrecho tubo. Los gases tenderán a mezclarse, alcanzando un estado final intermedio, en el cual conformen una masa uniformizada. El estado inicial es un estado ordenado, improbable. Sin embargo el estado final es un estado mucho más probable, al que tenderá esa materia aislada.

Este es un modelo clásico de la Termodinámica. Cuando el Segundo Principio de la Termodinámica nos dice que todo proceso energético conlleva una pérdida de calor nos dice que un sistema cerrado, es decir, aislado del resto de materia y energía, tenderá hacia un estado de máxima probabilidad, un estado estacionario. Y que en cualquier proceso que emprendamos una parte de la energía utilizada se perderá, lo que llevará, finalmente, al conjunto de las cosas, a ese estado desordenado.

No discutiremos ni por un momento la verdad de ese proceso, pero surge al menos una duda en cuanto a su interpretación:

Analicemos lo que acabamos de hacer. Si releemos el párrafo vemos que comienza con la palabra IMAGINEMOS. ¿Qué quiere decir esto?

Lo que ha sucedido es que hemos invertido una cierta cantidad de energía en el esfuerzo de imaginar.

En otras palabras: *ese modelo teórico, o incluso ejecutado realmente, al que llamamos un “sistema cerrado”, se ha convertido en parte de un sistema formado al menos por el propio modelo y el investigador que especula con él.*

El investigador, con ese modelo, pretende mostrar o demostrar algo con la esperanza de obtener un beneficio energético para sí mismo o para la estructura –Sistema Vivo- en la que se integra, y que financia esta investigación. Así que *lo que llamamos sistema cerrado es en realidad una herramienta de inversión del investigador.* Pero esta persona es, a su vez, como investigador teórico, un Sensor del Sistema Vivo Social al que pertenece, sea una empresa o el Estado. El sistema cerrado del ejemplo habrá de situarse, entonces, como herramienta de otro sistema más amplio.

Cualquier sistema cerrado objeto de análisis, sea el analizado por el investigador o cualquiera que el lector imagine, requiere una inversión energética –la necesaria para realizar o simplemente imaginar ese modelo por parte del investigador, o para reproducirlo en su mente por parte del lector- que el investigador, o el lector, esperan recuperar obteniendo un conocimiento que resulte útil, es decir, que permita obtener energía o ahorrarla en futuros procesos.

El modelo –el “sistema cerrado”, en este caso- es, como el martillo, la mesa o cualquier otro objeto de los que veíamos en el capítulo anterior: un subsistema de un Sistema Vivo: requiere y ha obtenido una energía para su generación, y la obtendrá y se replicará en el caso de que se muestre rentable energéticamente.

Entonces, si no es un sistema cerrado, ¿es un sistema abierto? Sí, pero también aquí hay que realizar determinadas precisiones. Un sistema abierto es, para los físicos, un sistema en el que entra energía y sale energía, con una pérdida de energía útil en forma de calor. Si me permiten la simplificación, para la física un sistema abierto es una variante de un sistema cerrado, sólo que con una tubería de entrada, por la que ingresa energía, y una de salida, por la que emite una parte de esa energía en forma de trabajo útil, y un porcentaje de energía desperdiciada, en forma de calor.

Pero las cosas no son así.

“Si usted recuerda cada palabra de este libro –dice Stephen Hawking en Historia del tiempo- su memoria habrá grabado alrededor de dos millones de unidades de información; el orden de su cerebro habrá aumentado aproximadamente dos millones de unidades. Sin embargo, mientras usted ha estado leyendo el libro, habrá convertido al menos mil calorías de energía ordenada, en forma de alimento, en energía desordenada, en forma de calor que usted cede al aire de su alrededor a través de convección y sudor. Esto aumentará el desorden del universo en unos veinte billones de unidades –o aproximadamente diez millones de billones de veces el aumento del orden de su cerebro- y eso si usted recuerda TODO lo que hay en el libro.”

Vemos que en el ejemplo existe una energía de entrada –mil calorías-, que produce un orden en el cerebro, y una energía desordenada, en forma de calor.

Pero diremos que **los subsistemas vivos no se caracterizan por mantener su orden degradando energía**, cosa que sucede, sino (recordemos el cono

de energías futuras) **porque cada energía consumida es una oportunidad de consumir nueva energía**, para sí mismos, o para el sistema en el que se integran. Y no sólo eso. Esa energía futura será, en promedio, superior a la energía consumida.

Cuando el lector lee la obra de Hawking o, a estas alturas, sigue leyendo esta obra, está realizando una inversión. Bien sea porque espera que la lectura le permita crearse un mejor modelo de su entorno –estará invirtiendo en Modelizadores-, bien por simple diversión –el libro será para él una Herramienta Homeostática, que le entretiene mientras “recarga sus baterías” para reincorporarse al trabajo-.

Las mil calorías (o “*aproximadamente, dos millones de unidades de información*”) que, en opinión de Hawking, costará leer este libro, serán un gasto que permite, o puede llegar a permitir, obtener un beneficio futuro. Es decir, son mil calorías mediante las cuales el sistema espera obtener más de mil calorías.

Esto es también aplicable también a las máquinas, que para nosotros serán “subsistemas herramientas”.

Por ejemplo, una máquina de vapor. Esta máquina ingresa energía, parte de la cual convierte en trabajo mientras, necesariamente, otra parte se pierde en forma de calor.

La conclusión desde la física es que esa máquina genera entropía y, por lo tanto, contribuye a conducir al universo hacia el desorden. Dos máquinas de vapor conducirán al universo más rápidamente hacia el desorden que una sola.

Pero no existen máquinas de vapor aisladas. Una máquina de vapor será, para nosotros, una Herramienta de un Sistema Vivo Social –una empresa, por ejemplo-, que ha invertido en esa Herramienta con la esperanza de obtener más energía de la invertida. La máquina de vapor ha obtenido energía, y la seguirá obteniendo (para reparaciones, por ejemplo, proveniente, en este caso, de las inversiones homeostáticas del sistema en que se integra) en tanto en cuanto entregue y continúe entregando al sistema más energía de la que consume, aunque la contabilidad energética, como hemos visto, pueda ser externa a ella. Como el resto de subsistemas de ese Sistema Vivo, conseguirá energía a cambio de un servicio que permita obtener más energía futura. Y como los demás subsistemas, existirá en competencia con otras herramientas –otros procedimientos equivalentes, otras máquinas de vapor-.

Así visto, es correcto extraer conclusiones energéticas de esa máquina de vapor como algo aislado, lo que la convierte en un objeto entrópico. Pero es insuficiente, al no considerar que esa entropía siempre quedará compensada, por definición, por una ganancia energética superior a la inversión (de no ser así, cesará la inversión en esa máquina). Y esto es debido a que una parte de la energía aprovechable obtenida por la máquina de vapor será destinada a localizar más energía que alimente esa máquina – más carbón-, de forma tal que el sistema pueda, no sólo continuar indefinidamente consumiendo carbón, sino disponiendo de cada vez más carbón para consumir.

Un ejemplo adecuado para mostrar esto es referirse a las primeras “máquinas de vapor atmosférico”, inventadas por Newcombe, y que cumplían literalmente esa misión. Muy grandes y poco eficientes, se instalaron inicialmente en las propias minas de carbón, con el fin de bombear agua y permitir así la extracción de carbón a más profundidad. Literalmente, consumían carbón para obtener más carbón del que consumían.

Es decir, mientras la Física ve al sistema cerrado del ejemplo o a la máquina de vapor como procesos que generan entropía, nosotros los veremos como Herramientas de un determinado Sistema Vivo, y consideraremos que la energía que han requerido –el acto de imaginar el modelo, o el carbón que necesita la máquina de vapor- será inferior a la energía FUTURA a la que permitirán acceder.

Es más, se puede establecer una evolución en la eficiencia energética de los Sistemas Vivos partiendo de un cociente entre la energía útil para el sistema y la energía desperdiciada –entropía- del proceso, concluyendo que la tendencia de los Sistemas Vivos, mediante procesos de incremento de la eficiencia de sus procedimientos, será la de hacer del resultado de ese cociente un valor creciente, es decir, la energía útil del sistema vivo crecerá a mayor ritmo que la entropía. Si vemos al universo, como se pretende mostrar en este libro, como no solamente compuesto por Sistemas Vivos, sino como una realidad tal que algunos de estos sistemas crecerán, incrementando de forma cada vez más veloz la energía útil a sus sistemas, veremos que la entropía asociada a este proceso tenderá a ser cada vez más irrelevante en el conjunto de la ecuación energética del proceso. El universo, como realidad en la cual los sistemas vivos forman cada vez una entidad más abarcadora y autoorganizante, no tiende a la entropía, sino a la estructuración.

Y no hay escape para esto. Podemos dedicarnos a realizar modelos absurdos energéticamente, pero sólo lo podremos hacer si disponemos de la suficiente energía almacenada (como amateurs), o bien si convertimos nuestros modelos, en principio no rentables energéticamente, en rentables, es decir, útiles para la sociedad en la que nos integramos (si nos profesionalizamos como artistas, por ejemplo).

Podemos poner una objeción. La definición de Energía ofrecida, “capacidad de producir trabajo para mantener la estructura que invierte en ella y continuar así produciendo trabajo”, deja de lado un hecho importante: existirán inversiones fallidas. ¿Debemos incorporar éstas a nuestra definición de Energía? Sí, podemos hacerlo, teniendo en cuenta que las inversiones fallidas de un sistema vivo –en cualquiera de sus actividades, desde la captura energética a una reproducción evolutivamente no premiada- serán a largo plazo, si éste sistema logra mantener su estructura, inferiores respecto a las útiles.

Al afirmar esto no podemos mirar a un Sistema Vivo en concreto. Ni siquiera a un planeta en concreto. Desde el momento en que existe vida –y nosotros somos parte de ella- la realidad estará progresivamente definida por un conjunto de sistemas que localizan otras energías y las convierten en útiles para mantener su estructura. Argumentaremos a lo largo de este libro que esa vida será crecientemente capaz de garantizar su propia conservación y de localizar y capturar nuevas energías, y hacerlo de manera cada vez más eficiente, lo que a la vez define la realidad como un proceso de estructuración creciente, crecientemente apartado de la entropía.

3. UN MISMO ACTO ENERGÉTICO TIENE DIFERENTES VALORES ENERGÉTICOS

Desde la perspectiva expuesta, vemos que la máquina de vapor, o el modelo de “sistema cerrado” expuesto tendrán, según quién los lleve a cabo, o utilice, diferentes valores energéticos futuros. Cuando un investigador mostró ese sistema cerrado termodinámico por primera vez tenía un determinado valor energético. Dado que el sistema social lo encontró útil, lo repitió, llevándolo incluso a las escuelas. Mientras cada una de estas repeticiones del experimento es útil para un pequeño grupo que aprende de ellas, el experimento original ha sido útil para todos ellos. De hecho, premiamos de modo diferente a quien realiza por primera vez un experimento que se muestra útil en términos energéticos que a quienes lo repiten.

Podemos asociar el primer experimento, realizado por el experimentador, a una inversión que el sistema social que alimenta a ese experimentador hace en modelizaciones. Sin embargo, las repeticiones realizadas posteriormente, por ejemplo en un centro educativo, de ese mismo modelo, que ahora se da como cierto, es decir, energéticamente rentable, están destinadas a la formación de –serán una inversión en- Herramientas que continúen con el proceso de captura energética. El mismo experimento se realiza desde distintos subsistemas. La doble labor de un profesor universitario –investigación y enseñanza- se corresponde con una inversión del Sistema Social en subsistemas diferentes: Sensores o Modelizadores, y Herramientas de Inversión. Característicamente, la inversión en Sensores y Modelizadores es más arriesgada energéticamente que la inversión en Educación, es decir, en métodos de rentabilidad energética ya comprobados. Pero es, por otra parte, la única forma de que un sistema vivo evolucione, localizando nuevos nichos energéticos.

4. LA ENERGÍA EMERGE

Al hablar de Energía como el bien útil a cada Sistema Vivo para mantener su estructura estamos diciendo que existen muchos tipos de energías: tantas como tipos de Sistemas Vivos, según los hemos descrito. Consideraremos así que, además de en sus formas habituales, la hierba para los herbívoros, la carne para los carnívoros, el dinero o el petróleo para los humanos, representan Energía. Es decir, estamos cambiando de forma sustancial nuestra mirada al entorno. Con nuestra definición estamos reduciendo el concepto energía para cada uno de ellos –solamente será energía aquella útil para el sistema vivo que la localiza-, pero también ampliándolo enormemente.

Podemos argumentar que el herbívoro compite por las hojas porque éstas contienen determinados componentes, y que esta energía es medible. Lo mismo podemos decir del petróleo: competimos por él porque contiene un alto valor energético, y este valor es medible. Sin embargo, las hojas, hasta que apareció el primer herbívoro, o el carbón, hasta que apareció la primera máquina de vapor, no eran energía, porque ningún sistema vivo los había contemplado como tal. Pero una vez descubiertas y combinadas con otras, como agua y oxígeno, permiten que ciertas estructuras animales se conserven y sean capaces, *realizando un trabajo*, de capturar nueva energía. ¿Qué es esa energía? Es un valor cambiante, emergente, en función de la capacidad de los Sistemas Vivos para localizarlo y asimilarlo como útil.

5. MALTHUS Y LA FÍSICA ACTUAL

La visión de la energía que tiene la ciencia actual –especialmente la Física- recuerda la visión de la riqueza que tenía Malthus hace doscientos años y que tanto influyó en Darwin. Como la población aumentaba, en su opinión, exponencialmente, y los alimentos sólo aritméticamente, el futuro se veía automáticamente oscurecido, y sólo podía deparar hambrunas y calamidades sin cuento. Pero Malthus –o los físicos actualmente- no tuvieron en cuenta que la energía disponible podía aumentar, crecer, basándose en nuevos descubrimientos o nuevas tecnologías que redefinesen la energía disponible. No tuvieron en cuenta que la energía EMERGE.

La energía –y con ella la realidad- EMERGE. Y lo hace según nuevos Sistemas Vivos, por el proceso descrito de inversión en Sensores y Herramientas, y la adaptación de sus Sistemas Metabólicos, van convirtiendo en energía algo que hasta entonces no lo era. La innovación, uno de los motores, como hemos visto, de la evolución, ataca uno de los pilares básicos de la Física: la energía SÍ se crea.

Podemos argumentar: pero incluso el Hidrógeno del universo es limitado. Se agotará también, algún día, esa fuente de energía.

Podemos contestar a esto con un ejemplo. Darwin se encontró con un problema. Su sistema necesitaba millones de años para funcionar. Calculó, por ejemplo, que la diversificación de los mamíferos requería alrededor de 300 millones de años si había de explicarse por selección natural. Pero un eminente coetáneo, Lord Kelvin, realizó hacia 1860 unos cálculos sobre cuánto tiempo podría durar el sol. Y para ello consideró que el sol estaba hecho de carbón, el producto más energético entonces conocido. Su conclusión fue que el sol sólo podía llevar iluminando la tierra unos pocos millones de años. Aseguró, concretamente, que la tierra no podía tener más de 25 millones de años (consideró para ello también la existencia de una “energía gravitatoria”). “La Física argumenta contra la evolución”, dijo, y logró de esta manera sumir en la incertidumbre al mismísimo Darwin, quien llegó a dudar de su propia teoría (de hecho, en la última edición de su libro eliminó toda referencia a la duración de la tierra), y retrasar varias décadas el progreso de la biología.

No fue hasta décadas después, con el descubrimiento de la energía nuclear, cuando las piezas descritas por Darwin encajaron. Entonces un nuevo tipo de energía emergió.

La energía nuclear fue descubierta, y con ella el sol pasó de verse como una gran concentración de carbón, o un material similar, a una masa de Hidrógeno que se fusionaba, liberando cantidades masivas de energía. Los nuevos cálculos indicaron que el sol podía haber estado brillando, y podía aún brillar, varios miles de millones de años. Muchos más de los que ha necesitado la tierra para formarse. ¿No nos dice esto nada? ¡La valoración que hacemos en cada momento de nuestros recursos se hace en función no de la energía existente, sino de la energía conocida, es decir, localizada por los Sensores! Y no sólo de nuestros recursos: la valoración de la realidad.

Podemos aún decir que la energía del universo no ha variado, que el sol brillará lo mismo, lo supiéramos nosotros o no. Pero desde el momento en el cual nuestros Sensores y Modelizadores han descubierto la energía que existe en el átomo, ésta –y esto no sucedía antes- ha pasado a ser energía potencial del sistema social humano. Aunque se utilice la misma palabra, no hablamos de lo mismo. Antes la energía contenida en un átomo no era útil para ningún sistema vivo. Ahora sí. Y con su incorporación al Sistema Metabólico Social permitirá a este sistema perpetuarse y evolucionar. Es decir, será capaz de producir UN NUEVO TRABAJO. Y esto, por definición, más allá de lo que podemos imaginar, porque si lo hubiésemos imaginado, sería ya energía potencial del sistema.

Y este hecho impide extraer conclusiones, desde la Física, sobre el futuro del Universo (lo ponemos ahora con mayúsculas). El emergentismo, concepto introducido por el economista John Stuart Mill hace ya más de dos siglos, indicaba que algunas propiedades de los sistemas no podían deducirse de sus partes aisladamente. Ese emergentismo nos dice que las TOE (las Teorías del Todo) perseguidas desde la Física no tienen en cuenta que los Sistemas Vivos tienen la capacidad de transformar la realidad. Al descubrir y convertir en progresivamente útiles para su subsistencia nuevos elementos, no sólo la transforman: la crean. Y lo hacen, como hemos visto, a un ritmo crecientemente superior a la pérdida entrópica. De hecho, como lo hacen además de forma cada vez más rápida, consciente y eficiente. Y esa localización energética transforma la realidad, que se vuelca, progresivamente, del lado de unos sistemas vivos cada vez más estructurados y robustos. Podemos decir que cada localización de energía por los Sensores *contamina de vida* lo observado, que pasa a formar parte, potencialmente, de ese Sistema Vivo. Si a esto añadimos –lo veremos más adelante- una creciente capacidad de modelizar, es decir, de *capturar energía futura*, estamos ampliando enormemente esta contaminación y con ella, como hemos visto, cerrando probabilidades a ese futuro, que se

deposita crecientemente no en la Física, sino en el análisis de los Sistemas Vivos.

CAPÍTULO 3 . EVOLUCIÓN. DEFINICIONES CLÁSICAS

1. DEFINICIONES CLÁSICAS

Lo primero, por significativo, que ha de decirse sobre la evolución, es que no es una idea intuitiva. Hubo de ser descubierta. Hasta hace poco más de dos siglos la humanidad consideraba que los seres vivos habían sido creados por una mano divina tal cual los conocemos hoy. Fue el descubrimiento del registro fósil el que hizo replantearse esta visión.

El primer evolucionista moderno fue el profesor del Museo de Historia Natural de París Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, llamado generalmente caballero de la Marck (1744-1829), cuyas ideas evolucionistas se basan en dos principios causales: el primero postula que existe una tendencia innata en todos los organismos para hacerse más complejos. Esto constituye la base de la escala de la naturaleza. El segundo reconoce que las condiciones locales del ambiente inducen cambios o adaptaciones.

Veremos más adelante que la DESCRIPCIÓN FUNCIONAL que aquí se ofrece coincide profundamente con esta visión. Sin embargo las teorías evolucionistas posteriores fueron dejando de un lado las aportaciones de Lamarck, sobre todo porque cometió un grave error: supuso que las transformaciones que un individuo logre *durante su vida* pueden transmitirse a su descendencia. Si una jirafa estira el cuello para alcanzar hojas más altas, su descendencia nacerá con un cuello más largo. Así, su visión de la evolución era más un deseo que una realidad, más el fruto de una visión de progreso que Lamarck compartía con sus coetáneos que un hecho contrastable: Lamarck vivió los acontecimientos de la revolución francesa, y se considera su visión del cambio progresivo como consecuencia del tiempo en el que se vio inmerso. El intento de asociar Evolución y progreso fue de este modo aparcado de la historia de la ciencia.

-Darwin

La piedra angular de la biología moderna, como es de todos conocido, es la Teoría de la Selección Natural de Darwin, que se basa en dos premisas. La primera es que las poblaciones biológicas presentan una gran capacidad reproductora potencial, que las hace crecer geoméricamente. La segunda es que los recursos disponibles para las poblaciones (alimentos, lugares de cría, etc.) son limitados y su incremento es sólo aritmético, y por lo tanto

menor que el necesario para el crecimiento indefinido de la población (geométrico).

Como ya he señalado, Darwin se basó en la lectura de un libro de Thomas Malthus muy conocido en la época, titulado *Ensayo sobre los principios de población*, publicado en 1798. Malthus predecía que, bajo condiciones de abundancia de alimentos, la población humana se doblaba cada veinticinco años, es decir, crecía exponencialmente. Pero la producción de alimentos no podía crecer tan deprisa, a lo sumo aritméticamente, y esto generaba escasez y lucha entre los individuos por asegurar su existencia. Lo que hizo Darwin fue extrapolar este concepto de lucha por la existencia a las poblaciones animales y vegetales bajo condiciones de escasez .

De esta limitación de recursos Darwin deduce que en las poblaciones se genera una competición entre sus miembros por el acceso a dichos recursos. Es la llamada LUCHA POR LA EXISTENCIA. Esta competición determina que sólo una parte de los individuos de la población consigue llegar a la edad madura y dejar descendientes. Existe, por tanto, una selección entre los individuos –una supervivencia de los más aptos- que cambia la composición de las poblaciones en todos los caracteres fisiológicos relacionados con la aptitud para esa supervivencia –viabilidad, fecundidad, capacidad de apareamiento-, y todos los caracteres morfológicos que le dan soporte –mejores órganos para la visión, para la carrera, para la alimentación, etc.-. Darwin concluye que los individuos seleccionados por su superior aptitud dejarán más descendientes que los demás a la siguiente generación, la cual tendrá una composición genética *más apta* para la supervivencia. Esta selección continuada a través de las generaciones cambiará gradualmente la composición de las poblaciones, pudiendo llegar a presentar éstos unos caracteres morfológicos y fisiológicos muy distintos a los de la población ancestral, tan distintos que podrían considerarse como una nueva especie. A este proceso Darwin lo llamó SELECCIÓN NATURAL.

-El efecto Baldwin.

Las dos teorías anteriores, la de Lamarck y la de Darwin, pese a los problemas que hemos visto en la primera, tenían argumentos a favor. Ciertamente que sólo la selección natural determinaba qué descendientes –los más aptos- sobrevivirían, pero había un problema. Es posible que una jirafita no naciese con el cuello más alto por el hecho de que su madre lo estirase durante toda su vida, pero, ¿cómo justificar el hecho de que muchas especies –los hombres, por ejemplo-, naciesen con determinadas capacidades –el habla- y desarrollasen comportamientos con los que otras

especies no podían soñar? La respuesta la dio, hacia 1900, el psicólogo estadounidense James Mark Baldwin: el individuo, previamente a desarrollar un determinado comportamiento, debía disponer de un soporte que lo permitiese, y que sería el que se heredaba. Ese soporte estaba en el origen de cualquier logro, y se incorporaba sistemáticamente a las sucesivas generaciones. *“El aprendizaje se hace instinto”* es, podríamos decir, el eslogan que Baldwin aportó a la teoría de la Evolución o, dicho más precisamente: cuando un cerebro es capaz de aprender algo, es porque dispone de un conjunto de conexiones sinápticas que lo permiten. A su vez, si ese aprendizaje es útil para la supervivencia, se obtiene como resultado que acabará, generaciones después, formando una estructura innata en el cerebro del recién nacido. Lamarck y Darwin, por fin, se daban la mano.

-La genética entra en la ecuación.

El paso siguiente, casi un siglo posterior al descubrimiento de Darwin, fue incorporar a los presupuestos evolucionistas los descubrimientos realizados en genética. El gen se convirtió en el nuevo objeto del deseo de las teorías evolutivas, especialmente desde que Theodosius Dobzhansky, en su libro *“Genética y el origen de las especies”*, publicado en 1937, convenció a varias generaciones de evolucionistas de que los datos de la genética eran compatibles con el gradualismo darwiniano: un repertorio gradual de formas –lo que ahora conocemos como genoma- sobre el que podía actuar la selección natural. La evolución integraba así a la genética.

La Moderna Teoría Sintética de la Evolución nació quizás en un congreso en Princeton, en 1947, en el cual se estableció una conclusión doble de aceptación prácticamente general: que tanto los cambios graduales como los grandes cambios evolutivos, en especial los procesos macroevolutivos y la especiación, podían explicarse mediante los mecanismos de cambio genético conocidos.

-Teorías recientes.

A estas teorías fundacionales se añaden muchas otras que complementan el paisaje de la teoría evolutiva actual, como el Neutralismo de Motoo Kimura, quien publicó en 1983 el libro *“La teoría neutra de la evolución molecular”*, demostrando que en su mayor parte la variabilidad molecular es neutra para la selección. Es decir: todos los genes mutan aleatoriamente. Simplemente, algunas de estas mutaciones son útiles, otras muchas inocuas y algunas directamente perjudiciales.

Especialmente interesante, desde nuestra perspectiva, es la aportación de la bióloga Lynn Margulis, quien demostró que la evolución no sólo se produce por la competencia entre especies, sino también por la simbiosis. Margulis demostró que se puede rastrear el DNA de los diferentes simbioses que dieron lugar a la célula eucariota, la célula con núcleo de la que todos estamos hechos. Por tanto, la competitividad es sólo uno de los motores de la evolución. El otro, el extremo opuesto, encontraremos la cooperación. No podemos estar más de acuerdo con ella porque, como hemos visto, *todo* sistema vivo, sea biológico o social, es fruto de la colaboración simbiótica del conjunto de subsistemas que lo forman.

Por su parte, el “*Equilibrio puntuado*”, tesis mantenida por los biólogos Elredge y Gould, afirma que el desarrollo evolutivo a lo largo de la historia no ha sido, como defendió Darwin y aún sostiene una mayoría de biólogos, regular y sostenido en el tiempo, sino que, como los registros fósiles parecen evidenciar, la evolución ha conocido grandes períodos de estasis, o inmovilidad, alternados con períodos relativamente breves en los cuales se han producido cambios muy grandes y acelerados. Esta conclusión sobre los registros fósiles ya fue tenida en cuenta por Darwin, quien la achacó a la insuficiencia de los registros obtenidos. Volveremos sobre esta perspectiva más adelante, pues coincide plenamente con nuestra descripción.

Y finalmente citaremos a Gavin de Beer, quien en la década de los cincuenta del pasado siglo habló de la “*Evolución en Mosaico*”, refiriéndose al hecho de que el proceso evolutivo no opera como un todo sobre el individuo, sino que lo hace sobre diferentes caracteres del sistema vivo a diferentes velocidades, mostrando los mismos por lo tanto diferentes grados de evolución. También llegaremos nosotros a una conclusión similar al describir lo que denominaremos “fases expansivas” y “fases recesivas”.

En fin, este resumen no es sino un pálido reflejo de las discusiones actuales. Pero espero que haya sido útil para mostrar que todas estas teorías encuentran como consecuencia lógica la contingencia evolutiva.

2- LA EVOLUCIÓN CONTINGENTE

La evolución contingente –no necesaria- quiere indicar que no hay ninguna programación previa que haga necesaria la biodiversidad actual, tal como la observamos. El hecho de nuestra existencia, o de que hayamos evolucionado a partir de unos primates ancestrales, o de que los mamíferos hayan evolucionado a partir de los reptiles, no constituye una necesidad. Es, por el contrario, el resultado contingente, casual, de una conjunción de factores. En primer lugar, la propia acción de la selección natural es un acto probabilístico. El mismo Darwin nos dice que un organismo que lleve una variación favorable tiene “mayor probabilidad” de sobrevivir. Existe un elemento de incertidumbre en el proceso que lo hace no predecible.

Darwin sostuvo una prolongada batalla interna a propósito de la idea de progreso. Se encontró con lo que parecía un problema irresoluble. Reconoció que su teoría básica de mecanismo evolutivo (la selección natural) no hace declaración alguna sobre el progreso: la selección natural sólo explica de qué modo los organismos se modifican con el tiempo, adaptándose a cambios en los ambientes locales, en una especie de “lotería” conocida como “herencia con modificación”. Darwin escribió al paleontólogo americano Alpheus Hyatt el 4 de diciembre de 1872: “*Después de una larga reflexión, no puedo evitar la convicción de que no existe una tendencia innata al desarrollo progresivo*”. Esa duda ha permanecido hasta hoy. No se niega el progreso, sino la necesidad de ese progreso.

Como hemos visto, existen definiciones muy diferentes de qué es la vida y cómo evoluciona. Existen muchas teorías evolutivas, pero creo que es correcto afirmar que no desdican, en lo esencial, los presupuestos darwinianos: todas ellas encuentran el motor de la evolución en la competencia por unos recursos limitados. Con la aparición de la genética se ha comenzado a analizar un nuevo mecanismo, pero no una nueva razón, que continúa siendo *la adaptación al medio*, combinada con una *deriva genética* estrictamente azarosa. Como consecuencia, todas las teorías parecen estar de acuerdo a la hora de negarle a la evolución un progreso, y en consecuencia un fin, una *teleología*. Existe consenso a la hora de determinar que la evolución es ciega. Proviene del azar, y nada la guía.

Trataremos de transformar esa visión con los presupuestos contruidos hasta el momento.

CAPÍTULO 4. EVOLUCIÓN. HACIA UN NUEVO CONCEPTO: UNA ESTRUCTURA QUE CAPTURA ENERGÍA...

1- UNA ESTRUCTURA CAPAZ DE CAPTURAR ENERGÍA...

Hemos definido al Sistema Vivo como *“una estructura que capta energía que utiliza para seguir capturando energía”*.

Para captar energía requiere necesariamente disponer de Sensores, Herramientas de Captura y un Sistema Metabólico.

Pero para continuar capturando energía será más eficiente si dispone también de criterios de actuación, con lo cual emerge, como una evolución de la gestión de la información, un Sistema Decisor.

Ese Sistema Vivo, por su propia existencia, consume la energía disponible a la vez que modifica su entorno. Para sobrevivir con energías que pueden agotarse y en entornos que se modifican requerirá también Herramientas de Inversión, Homeostáticas y de Ataque.

También hemos visto que esta definición de Sistema Vivo alcanza a los Sistemas Vivos Sociales: Si consideramos vivo tanto a un sistema unicelular que se reproduce por mitosis como a uno pluricelular que se reproduce sexualmente, resultará difícil escapar a la conclusión de que los sistemas sociales también pueden ser sistemas vivos por más que, como veremos, sus Herramientas de Inversión serán diferentes.

Pasemos ahora a observar algunas características de los diferentes subsistemas separadamente. Lo haremos en dos partes: ocupándonos primero del hecho de que un sistema vivo *“es una estructura que captura energía”*. Pero la cosa se pondrá más interesante algo después, al observar que el sistema vivo *“captura energía para capturar más energía”*. Vayamos por pasos.

2- UNA ESTRUCTURA QUE CAPTURA ENERGÍA... SUBSISTEMAS SENSORES

Hemos definido a los Sensores como los encargados de localizar Energía Externa al Sistema Vivo, transmitiendo esta información a la Herramienta de Captura, bien directamente, bien a través del Subsistema Decisor.

Según esta definición existirán tantos sensores posibles o potenciales como energías posibles y útiles para un sistema vivo seamos capaces de imaginar.

-Radio de acción.

Vamos a imaginar un sistema vivo ideal con un único Sensor. Ese Sensor tendrá un radio de acción.

Es evidente que a mayor radio de acción de los Sensores, mayor probabilidad de supervivencia del sistema vivo que los utiliza. Pero debemos distinguir entre el radio máximo de un Sensor y su radio óptimo. Todo Sensor requiere un consumo energético y recordemos que la evolución, al menos como aquí se presenta, es una competencia por la energía disponible.

Se entrelazan por tanto, por un lado, una tendencia teórica a un incremento permanente e indefinido del radio de acción de los Sensores con, por otro, la adaptación funcional y optimización energética de este radio de acción al radio de acción de las Herramientas capaces de capturar la energía que el Sensor localiza. Un Sensor, como ya hemos mencionado y luego veremos con más detalle, requiere un proveedor de energía, un Sistema Metabólico. Y éste, a su vez, será más eficiente si esa administración energética viene regida por un Decisor. Y el Decisor, en competencia con otros Sistemas Vivos por la energía disponible no entregará energía, o dejará de entregarla, a los Sensores que localicen energía que resulta inútil al sistema.

Aparece de este modo un concepto que se mostrará de gran interés: definiremos entonces, en un primer momento, como Energía útil al sistema aquella que los Sensores pueden localizar... y las Herramientas capturar en una acción continuada. Llamaremos a esta energía *energía accesible*.

¿Contra quién compite un Sensor que ofrece información sobre una energía no útil para el sistema? Contra otros sensores. Del mismo sistema vivo o de

otros. De esa competencia se extrae precisamente que, finalmente, el radio de acción del Sensor se adapte al radio de acción de las Herramientas.

Pero un sistema vivo será más eficiente si recoge más de una información. Esto a su vez requiere un desarrollo del Decisor que será progresivamente capaz de evaluar esta información, como veremos más adelante.

La evolución de los sensores, entonces, además de a incrementar su radio, irá encaminada hacia la variabilidad, determinada por la localización y entrega de información no sobre un tipo de unidad energética, sino sobre varias.

Existe otro paso evolutivo obvio, más eficiente en la captura energética, que consistirá en una retroalimentación: el Sensor envía información al Decisor pero éste, a su vez, envía información al Sensor sobre qué tipo de información desea de entre las informaciones posibles, así que el Sensor desarrolla, en simbiosis con el sistema Decisor, mecanismos de elección en su localización energética. Este proceso, muy complejo, está íntimamente ligado, como veremos, a la evolución del Sistema Decisor.

3. HERRAMIENTAS DE CAPTURA

Son, según lo descrito, aquellas Herramientas -subsistemas- que permiten al sistema vivo capturar la energía localizada por los sensores.

Son inversiones premiadas, es decir, de evolución directa: cualquier incremento en su radio de acción y precisión redundará en un beneficio inmediato del sistema. Están asociadas a los sensores y podemos decir de ellas que, en promedio, poseen un radio de acción menor que el de los sensores, dado que una herramienta que llegue más allá de donde llegan los sensores no podrá ser adecuadamente activada por el Decisor (fallos de recursividad o retroalimentación).

La evolución lógica de las Herramientas de Captura tenderá, por lo tanto, hacia un incremento de su precisión, que también tendrá un límite: el determinado por su rentabilidad, entendida como la razón entre la energía invertida y el éxito en la captura energética.

4. SISTEMA METABÓLICO

Es el sistema que transforma la Energía Externa capturada en Energía Interna, y la distribuye por el sistema.

Así, el Sistema Metabólico en un Sistema Vivo Social comprenderá todos los procesos de transformación de las energías y materias primas capturadas por el sistema (por el sector primario de la economía), y su distribución. Es decir, al hablar del Subsistema Metabólico en los Sistemas Vivos Sociales nos estaremos refiriendo a los sectores secundario y terciario de su economía.

El Sistema Metabólico incrementa su complejidad aceptando como energía y distribuyendo no un bien –proveniente de una única Herramienta de Captura-, sino diferentes tipos de bienes, provenientes de diferentes tipos de capturas, recombinándolos y distribuyéndolos a los diferentes subsistemas. La relación en la importancia de los diferentes bienes que harán que un sistema vivo mantenga su estructura se estudia en el ANÁLISIS METABÓLICO BASAL, y desborda las intenciones de este libro.

Hay dos aspectos muy importantes en el Sistema Metabólico. El primero es que CREA ENERGÍA INTERNA para el sistema. Pero esa energía tendrá valor en función de la disponibilidad de Energía externa.

El segundo es CUÁNTA ENERGÍA debe entregar a los diferentes subsistemas, y su relación de dependencia con el Sistema Decisor.

Encontraremos que ambos aspectos se presentan como conflictivos en la funcionalidad de todos los Sistemas Vivos, sean biológicos o sociales.

5- HERRAMIENTAS HOMEOSTÁTICAS

Son aquellas herramientas en las que el sistema invierte no para capturar energía, sino para mantener su estructura en un entorno que se manifestará como cambiante e, inevitablemente, potencialmente agresivo a esa estructura.

Nosotros entenderemos esta función en un sentido amplio, puesto que consideraremos Herramientas Homeostáticas a

- las destinadas a mantener la estabilidad del sistema
- las destinadas a reparar el sistema.

Así que, mientras en un sistema biológico consideraremos Herramientas Homeostáticas desde los anticuerpos a cualquier actividad encaminada a mantener la estructura –desde las clásicas y ya definidas, hasta la higiene-. En una empresa las Herramientas Homeostáticas serán en general las encargadas de labores de reparación, conservación y limpieza de los subsistemas implicados y, en un Sistema Vivo Social, Herramientas Homeostáticas serán las relacionadas con la Medicina, la Justicia o la conservación de infraestructuras. También las encargadas de mantener el “tono vital” o buen ánimo, tales como las deportivas, culturales o religiosas.

La inversión en reparadores, como toda inversión, tenderá a optimizarse. En principio podríamos pensar que una inversión ilimitada en reparadores siempre resultará rentable, puesto que conduce, teóricamente, a la inmortalidad del sistema. Sin embargo, en un universo cambiante la evolución de los sistemas reparadores encuentra un límite: aquel en el cual el sistema que reparan deja de ser, por transformaciones en el propio sistema, en el entorno, o en ambos, eficiente energéticamente. En general podemos decir que cuanto más se acelere la evolución –y, como veremos más adelante, se está acelerando-, más bajo será el límite de rentabilidad energética de las Herramientas Homeostáticas, que verán su papel relegado a un segundo término respecto a las Herramientas de Inversión.

La inversión en subsistemas reparadores vendrá marcada por este límite. Esto vale, y de igual manera, tanto para el cuerpo humano como para una carretera. La evolución hace que sea más rentable sustituirla por una nueva que mejorar continuamente los trazados existentes.

CAPÍTULO 5. EVOLUCIÓN. HACIA UN NUEVO CONCEPTO. 2 ...
CAPTURAR ENERGÍA PARA CONTINUAR CAPTURANDO
ENERGÍA

1- HERRAMIENTAS DE INVERSIÓN

Pero donde encontraremos la verdadera clave para analizar la Evolución es al observar qué hace el Sistema Vivo, con la energía capturada, para continuar capturando energía.

Las Herramientas de Inversión, como habíamos visto, son metaherramientas. Herramientas que permiten al sistema no capturar energía directamente, sino invertir en la mejora de sus propias Herramientas.

En ellas encontraremos una de las claves principales del proceso evolutivo, al observar que pueden prestar no un servicio, sino dos:

- incrementar la eficiencia del sistema vivo en la captura energética
- permitirle acceder a NUEVAS ENERGÍAS.

Las Herramientas de Inversión, por lo tanto, redefinen la Evolución: no sólo es importante ser más apto en la captura energética, sino que gracias a ellas se abre otro camino; también es posible ser apto en la captura de nuevas energías. No es importante únicamente la *competencia* por el acceso a la energía, sino también la *innovación* para encontrar nuevos accesos energéticos.

E incorporar este aspecto a la Evolución es clave. No solamente para entender el proceso, sino para ver que éste se acelera.

La principal Herramienta de Inversión de los Sistemas Vivos Biológicos es la reproducción. Pero para mejorar, por ejemplo, un Sensor, el Sistema Vivo ha de esperar al menos una generación. Y además es un proceso completamente ciego. Esa mejora depende totalmente del azar. Este proceso es conocido en la Teoría Sintética de la Evolución como “*deriva genética*”, y su consecuencia es el *gradualismo*, el “paso a paso evolutivo”.

Pero hemos visto que también podíamos considerar, desde nuestra definición, a algunos sistemas sociales como Sistemas Vivos Sociales. Y estos sistemas mejoran radicalmente el proceso, transforman totalmente la Evolución: es posible invertir en la mejora de cualquiera de las Herramientas del Sistema Vivo Social de forma crecientemente intencionada, precisa, y sin necesidad de que el sistema desaparezca para dejar paso a una nueva generación.

Pero incluso en este caso, pese a ser conscientes, las inversiones en Herramientas de Inversión de los sistemas o subsistemas sociales siempre serán inversiones indirectas –no para capturar energía, sino para seguir capturándola, o capturar más en el futuro-, por lo que su rentabilidad siempre será objeto de discusión, especialmente cuando se trata no de mejorar la eficiencia en la captura de energía ya localizada, sino cuando se invierte para localizar NUEVA ENERGÍA de la que, por definición, se desconoce tanto su abundancia como su rentabilidad.

De todos modos estamos hablando de *uno de los grandes vectores evolutivos*: la transición hacia una mayor precisión en las Herramientas de Inversión, no contemplada en las diferentes teorías evolutivas, es, sin duda, esencial para entender la Evolución.

Pero, ¿cómo han llegado a generarse esas nuevas Herramientas evolutivas? Para responder a esta pregunta es necesario observar la evolución de los Decisores.

2. DECISORES

Aquí estamos atendiendo a la hipótesis más simple, en la que un Sistema Vivo puede sobrevivir con un único Sensor y una única Herramienta de Captura. Si necesita un conjunto de ellas es un tema que escapa a las ambiciones de este libro.

Pero incluso en esta hipótesis simple observamos que el sistema dispone, una vez descontada la exigida por su Sistema Metabólico, de cierta cantidad de energía para invertir.

Como hemos visto, cualquier Sistema Vivo –biológico o social- se halla, tras una captura energética y su transformación por el Sistema Metabólico, ante una disyuntiva: ¿qué hacer con esa energía? ¿Enviársela al Sensor, para que localice a su vez más energía, o entregársela a la Herramienta de Captura, para que capture la energía ya localizada? ¿Invertir en mejorar sus Herramientas de Inversión, o en sus herramientas Homeostáticas?

Esta pregunta, y su respuesta, son clave en la justificación de este libro.

Un sistema cuyo Decisor entregue energía sin freno a su Sensor, descuidando la captura de la energía localizada, perecerá. Habrá localizado mucha energía, pero capturado una cantidad insuficiente para mantener su estructura. La opción opuesta, un sistema que se entregue a la captura de energía descuidando su localización, tampoco triunfará. Es necesario encontrar un equilibrio. Por eso algunos sistemas vivos han visto premiada la generación de un Subsistema Decisor. Una inteligencia. Y esa inteligencia triunfará ante otras por su adecuada entrega energética a Sensores y Herramientas, a conservación o a nuevas inversiones.

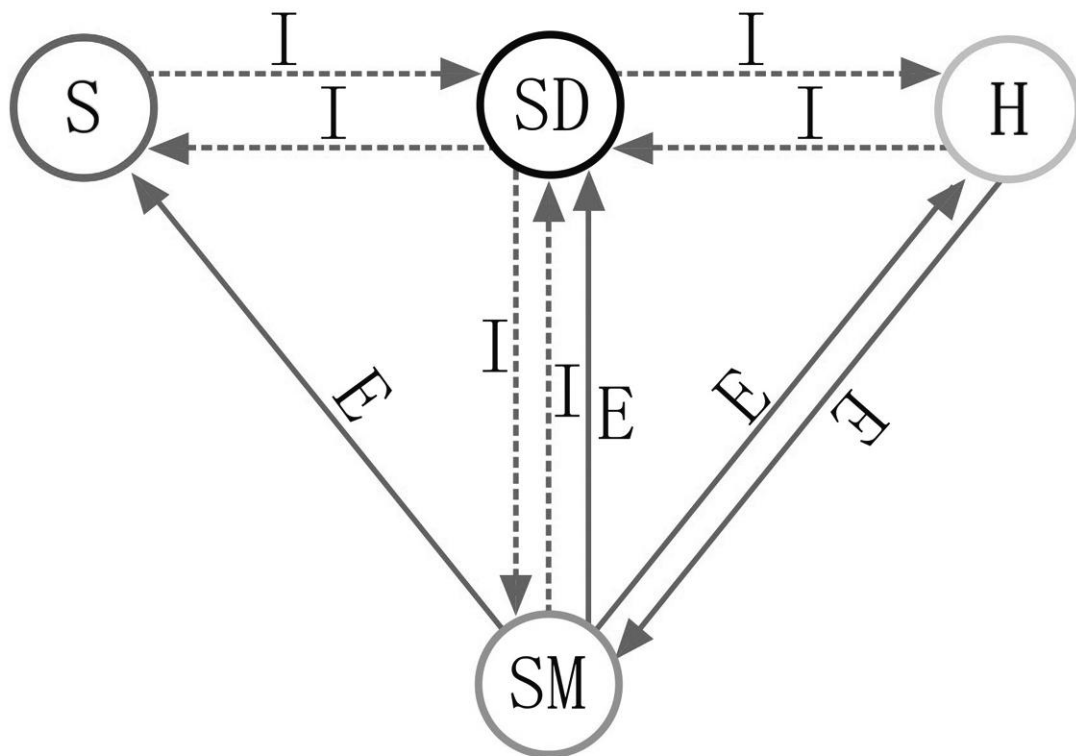
Múltiples sistemas vivos –unicelulares, vegetales- se las arreglan muy bien sin un Sistema Decisor. El Sistema Decisor no es, por tanto, imprescindible para la vida. Pero trataremos de mostrar que su incorporación ofrece ventajas evolutivas claras para los sistemas vivos que lo adoptan. Ventajas que han conducido, paulatinamente, a un nuevo nivel de desarrollo de algunos de estos sistemas. Que han dado paso, eventualmente, a la aparición de Sistemas Vivos Sociales y que éstos, precisamente por la evolución de esa inteligencia, han generado nuevas fases evolutivas, cualitativamente diferentes de las que las precedieron.

3. LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DECISOR

El primer gran campo de evolución de los Decisores es el de la homeostasis, o retroalimentación negativa. Así la describía Norbert Wiener al comienzo de CIBERNÉTICA, en 1949: “Cuando deseamos que un mecanismo siga un patrón dado, la diferencia entre ese patrón y el mecanismo realmente en curso se usa como un nuevo dato para provocar que la parte regulada se modifique de manera que ajuste el mecanismo al patrón”.

Dicho de otra forma: una orden de captura energética no es necesariamente una única orden. En el acceso a la energía se revelará como más eficiente, y por tanto triunfador, un modelo en el cual no se entrega simplemente una orden de acción a un Sensor, sino que se vela por el cumplimiento de esa acción acudiendo para ello a información regular de los Sensores y a la reevaluación y corrección de la actividad de las herramientas implicadas.

Vemos entonces que es posible trazar un esquema más complejo, y a la vez más eficiente, de un sistema vivo. Esquema que se corresponde, una vez más, con múltiples líneas genealógicas, y que no podemos ver como una simple excepción, sino como una tendencia evolutiva hacia una mayor eficiencia. Es el siguiente:



esquema sistema vivo con incorporación de recursividad

(S) SENSOR (SD) SISTEMA DECISOR (H) HERRAMIENTA (SM) SISTEMA METABÓLICO

ESQUEMA SISTEMA VIVO CON INCORPORACIÓN DE RECURSIVIDAD

Observamos que el Sistema Decisor no se limita a recibir información del Sensor sino que le entrega a su vez información, y lo mismo sucede con las Herramientas: no se limita a realizar una activación de la Herramienta, sino que procede a la revisión del resultado, lo que permite correcciones.

Pero este sistema, múltiples veces repetido, significa la puesta en acción de otro elemento clave: la retroalimentación.

La retroalimentación, es decir, la corrección de órdenes por parte del Decisores hacia sus Sensores y Herramientas, implica un recuerdo y evaluación de un estado anterior. Este recuerdo se combina con una segunda información de los Sensores, que permite una reevaluación de la

probabilidad de captura, y una inmediata corrección de la información transmitida a las Herramientas.

Esto exige, a su vez, una valoración o comparación del estado anterior y el estado actual.

Definiremos memoria como el recuerdo de un estado anterior del sistema. Y la recursividad, como el uso eficiente de esa memoria en la captura energética: grabación de un estado anterior, acceso a esa grabación, comparación con un estado subsecuente. Aquí no hablaremos de los mecanismos de la memoria –que pueden ser muy diferentes según de qué sistema vivo estemos hablando, biológico o social- sino del hecho mismo de que la memoria –almacenamiento de información- es una herramienta útil para la supervivencia de un sistema, y por tanto un elemento más a considerar en cualquier teoría de la evolución.

Vemos aquí lo que es una de las tesis principales de este libro: *la evolución en la eficiencia de la toma de decisiones –tan importante como la eficiencia en la localización o captura energética- genera la formación de una pirámide de decisiones que tiene en la memoria –comparación de dos estados- un nivel superior de complejidad respecto a cada uno de los dos estados separados que facilita la supervivencia. En consecuencia, la memoria es una consecuencia directa de esa lucha por la supervivencia.*

La memoria es muy diferente en un sistema biológico o social. Con base neuronal el primero, con múltiples soportes –incrementándose a un ritmo creciente en la actualidad- en el segundo. En ambos casos, ha supuesto una contribución clave, definitiva, en el desarrollo de los Sistemas Vivos implicados. Y el hecho de que su soporte sea tan diferente en ambos casos nos permite extraer conclusiones, al ampliar nuestra mirada incluyendo a los Sistemas Vivos Sociales dentro del proceso evolutivo. No hablamos de un único tipo de vida conocida. *Disponemos de varios para estudiar*, y en todos ellos se encuentra este elemento común.

4- PELDAÑOS EN LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DECISOR.

La evolución de la memoria, y con ella de las posibilidades del sistema decisor, se puede describir en una serie de fases.

-Primera fase: Recursividad sensores-decisores-herramientas.

Habíamos descrito la evolución del SISTEMA DECISOR en dos primeros pasos. El primero era, dada la estructura ofrecida para todo sistema vivo, la implantación de la recursividad, o retroalimentación entre Sensores y Herramientas, por un lado, y Sistema Decisor, por otro. Esto exige la comparación de un estado con el anterior y, por lo tanto, significa la aparición de la memoria. La recursividad significa una mayor eficiencia en el uso tanto de Sensores como de Herramientas.

Definiremos entonces inteligencia, en un primer momento, como el conjunto de procedimientos recursivos del Sistema Decisor que optimizan las posibilidades de captura energética del sistema. Podemos definir estos recuerdos como “microestados”, el estado de otros instantes del sistema.

-Segunda fase: Recuerdo de acciones

El siguiente paso evolutivo consistirá en el recuerdo no de un micro estado, sino del conjunto de microestados que conforman una acción energética.

La recursividad será entonces el recuerdo de conjuntos de estados en la ejecución de una acción.

-Tercera fase: Memoria de series de acciones energéticas

Pero esa acción, compuesta por un conjunto de microacciones, o micro estados, puede triunfar, o fracasar. Puede ser o no premiada energéticamente

El tercer paso, consecuencia del anterior, será la memoria de acciones completas, es decir, de inversiones energéticas que han tenido o no éxito.

Es decir, hemos pasado del recuerdo de un microestado al recuerdo de una acción, y de aquí al recuerdo de si esa acción ha tenido o no éxito. De lo que estamos hablando es del paso a *la evaluación de los consumos*

energéticos partiendo de experiencias anteriores. El sistema vivo guardará memoria de las acciones complejas (conjunto de interacciones sensor-decisor-herramienta) que han tenido como culminación la captura energética o un fracaso en la misma.

Esto supone la posibilidad de actuar recursivamente ya no en microestados, sino en nuevas acciones completas, es decir, emprender o no nuevas acciones (nuevos conjuntos de interacciones sensor-decisor-herramienta) partiendo de experiencias anteriores en función de que estas hayan concluido o no con una captura energética. Ese recuerdo es el aprendizaje: comparación de conjuntos de estados, de experiencias culminadas con éxito o fracaso. Un nuevo peldaño ascendente en la escala evolutiva. El sistema no recuerda únicamente los estados determinados, sino conjuntos de ellos, y cuáles han conducido al éxito en la captura energética.

Nuevamente, este salto evolutivo supone una abismal diferencia en aprovechamiento energético respecto a estados anteriores, y una nueva aceleración en los procesos evolutivos. Supone el paso del simple ensayo y error a la evaluación del interés de nuevas inversiones energéticas. Supone una prueba de cómo la inteligencia evoluciona hacia la comparación de experiencias que permiten optimizar futuros usos de Sensores y Herramientas.

Podemos decir sobre este proceso que significa simplemente la capacidad de, en función de la información procedente de los Sensores y de experiencias anteriores, evaluar el interés de emprender o no una acción. Este procedimiento de aprendizaje podrá ser, en los sistemas biológicos, heredado o aprendido, no entraremos aquí en ello más que para decir que ambos procesos parecen coexistir. Pero sí observaremos que, una vez más, supone un incremento fundamental en la eficiencia energética de los sistemas vivos.

Podemos afirmar que, en general, el mundo animal dispone de estas herramientas recursivas. Al igual que todos los animales incorporan un acervo genético que les permite sobrevivir, todos los animales en general incorporan un aprendizaje (y lo requieren), igualmente esencial para su supervivencia. Y es obvio que ese proceso de aprendizaje se desarrolla de manera independiente en cada uno de ellos. Así que todo el proceso descrito, desde la incorporación de la memoria hasta el recuerdo de experiencias energéticas completas que han tenido, o no, éxito, SE DESARROLLA EN LA DIRECCIÓN INDICADA EN MÚLTIPLES CASOS. *Existe una tendencia evolutiva que lleva, mediante el premio de una mayor capacidad de captura energética, de la recursividad de*

microestados a la recursividad de acciones energéticas completas, y de éstas al aprendizaje, o valoración de acciones energéticas culminadas con éxito respecto a otras que no lo son.

¿Implica lo descrito hasta ahora la existencia de lo que denominamos consciencia, o de lo que entendemos habitualmente por consciencia? No. Aunque no niega la existencia de esa consciencia, lo que afirma es la capacidad de evaluar y comparar mecánicamente la información proveniente de los Sensores con informaciones anteriores, determinando así si emprender una acción energética o no.

¿Supone un nuevo salto en la eficiencia energética de un sistema? Ciertamente, pues permite evitar inversiones que se han probado como de escaso éxito, es decir, permite seleccionar inversiones con mayor probabilidad de éxito.

¿Acaba aquí la evolución en la recursividad de los Decisores? No. Existe, al menos, otro nivel evolutivo:

-Cuarta fase: Elección de acciones.

El siguiente paso en la evolución del Sistema Decisor será la evaluación recursiva no de acciones, sino de conjuntos de acciones. El sistema vivo no guarda recuerdo únicamente de si una acción o tipo de acción ha tenido éxito o fracaso en situaciones anteriores similares. Comienza a guardar recuerdo de más de una situación anterior y adquiere la posibilidad de actuar recursivamente utilizando esta información. Aquí las matemáticas entran en juego.

Supongamos que podemos emprender una captura energética o no. Eso son dos acciones posibles, y por lo tanto dos posibilidades.

Pero supongamos que podemos elegir entre tres opciones, por ejemplo 1- emprender una captura energética, 2-arreglar nuestro hogar o 3-descansar. La sorpresa viene al comprobar que si tenemos capacidad de elegir qué hacer, tendremos las siguientes posibilidades: 123, 132, 213, 231, 312, 321. Es decir, tres opciones nos permiten 6 variantes diferentes.

¿Pero qué pasa si tenemos 20 posibles opciones? Podemos levantarnos o no, ir a desayunar o poner la tele, elegir entre diferentes canales y hacer o no un poco de gimnasia mientras la vemos para estar en forma...

Ordenar estos 20 acontecimientos de formas distintas es lo que, en matemáticas, se llama permutaciones sin repetición. La sorpresa salta al ver que al elegir el orden en que realizaremos esas 20 actividades tendremos, exactamente... 2 432 902 008 176 640 000 posibilidades. ¡Más de dos trillones de opciones!

Es evidente que la evolución ha llegado mucho más allá que nuestro más potente Deep Blue. Para ello ha premiado las mutaciones que, ciegamente, han permitido gestionar esta información. El Sistema Decisor incorpora para ello instintos, costumbres... Y seguimos sin hablar exclusivamente del hombre. Imaginemos a cualquier animal que decide alimentarse, huir, vigilar su territorio, dormir... supongamos que debe ordenar 10 acciones diferentes (en realidad son muchas más). Aún así, dispone de 3 628 800 formas posibles de ordenar sus actos.

La evolución, una vez más, ha solucionado en múltiples ocasiones, de manera independiente, este problema.

-Quinta fase: Tendencias en las acciones energéticas.

Evaluar conjuntos de acciones supone, finalmente, otra cosa de enorme trascendencia: la posibilidad de establecer tendencias y, con ellas, de hacer análisis de consumos realizados. Esto, a su vez, permite realizar tanto predicciones de futuras necesidades como predicciones de posibles capturas.

Aquí sí, ya sin duda, vemos emerger la consciencia, porque, en otras palabras, supone la percepción de que “las cosas van bien”, o “las cosas van mal”.

Esta capacidad de predicción, esta generación de la conciencia de una limitación energética, significará, entre otras cosas, la posibilidad de algo que analizaremos más adelante: la guerra como estrategia, y abre la posibilidad de inversiones progresivamente conscientes en energía futura. La percepción de un estado de limitación energética futura permite decisiones de inversión estratégicas. La estrategia es consecuencia del acto combinado del recuerdo de las tasas de consumo anteriores y la evaluación de las opciones energéticas futuras.

Supone un enorme incremento de la complejidad de las inversiones energéticas. Pero no sólo eso:

-El recuerdo de acciones energéticas de distinto tipo supone la posibilidad de encadenar varias acciones energéticas para conseguir un fin, que no será el éxito energético de una acción concreta, sino la conjunción de un conjunto de ellas.

-Una variante de esta funcionalidad permite invertir energía en Herramientas no para que capturen energía, sino para que fabriquen otras Herramientas que capturen energía. Requiere, lógicamente, la capacidad de fabricar esas Herramientas.

Esta nueva habilidad del sistema Decisor supone una nueva revolución, con brutales implicaciones, tantas que nos atrevemos a decir que suponen la diferencia entre el reino animal y la civilización tal como la conocemos.

Pero su base, sostenemos, se halla en la “capacidad simple” de recordar y retroalimentar acciones energéticas encadenadas. No es sino un paso más, un paso que incluso podríamos calificar de relativamente sencillo en un proceso que han seguido múltiples líneas biológicas. Un paso más, movido por el mismo motor evolutivo: el incremento en la eficiencia de la captura energética.

¿Supone esto la aparición de la conciencia? Como ya he expresado antes, creo que sí. La conciencia será, desde esta perspectiva, la consecuencia de la capacidad de análisis de la disponibilidad energética, es decir, de la recursividad, o retroalimentación, de series de acciones energéticas. La conciencia, así vista, no es ningún milagro, sino una consecuencia lógica de la Evolución. La inteligencia, tal como habitualmente la consideramos, incluida la inteligencia humana, tanto individual como social, no es sino un paso más del proceso evolutivo.

De esta nueva conciencia se derivan múltiples consecuencias, entre ellas la conciencia de la limitación de la propia capacidad de consumo energético – muerte-, la asociación acertada o errónea de la capacidad de consumo energético a factores externos –lo que permite el largo camino de la superstición a la ciencia-.

Y permite otra posibilidad más: la información a analizar, descrita como la tendencia de éxito o fracaso, no de una acción energética, sino de un conjunto de ellas, podrá llegar más allá de la obtenida a lo largo de la existencia de un Sistema Vivo Biológico. Para ello habrá de almacenarse fuera del propio sistema biológico. Será la acumulada en varias generaciones de estos sistemas. En otras palabras, será inteligencia social.

Significa un nuevo salto y, como los anteriores, a la vez pequeño y gigantesco. El objeto de estudio evolutivo a partir de ese momento no será ya el individuo, sino la sociedad que lo alberga. Coinciden la aparición de la conciencia del individuo como mortal y el surgimiento de un nuevo sistema vivo, más amplio, en el que se incluye. Y la conciencia será un estado que los subsistemas individuos experimentan como consecuencia de su pertenencia a un Sistema Vivo Social. Un nuevo Sistema Vivo que, como todos los demás, estará organizado para la localización y captura energética, que responderá a la estructura universal de los sistemas vivos descrita, pero que sobrevive a cada uno de sus individuos (subsistemas).

Y, como hemos visto, el paso a ese sistema vivo social exige, “simplemente”, la actuación coordinada de un conjunto de Sistemas Vivos Biológicos que actúen simbióticamente desempeñando las mismas funciones que llevaban a cabo, previamente, sus propios subsistemas. Cambia el soporte, pero el proceso ya había sido conocido y experimentado con éxito múltiples veces en la historia de la evolución.

5. LA EVOLUCIÓN GENERA INTELIGENCIA

Vemos, por tanto, que la evolución no se limita únicamente al desarrollo de Sensores –digamos, por ejemplo, ojos- cada vez más eficientes, ni de Herramientas de Captura –digamos, por ejemplo, garras- cada vez más precisas. La competencia por el acceso a la energía disponible (“una estructura que captura energía *para seguir capturando energía*”) genera también la evolución de la gestión adecuada de la información que esos Sensores y Herramientas –esos picos y esas garras- requieren, lo que premia, y por tanto conduce, necesariamente, a la generación de inteligencia. *La inteligencia no es, por tanto, algo accesorio, sino esencial al proceso evolutivo; dada la existencia de vida, la inteligencia se muestra como una consecuencia necesaria de la competencia de esa vida por unos recursos limitados.*

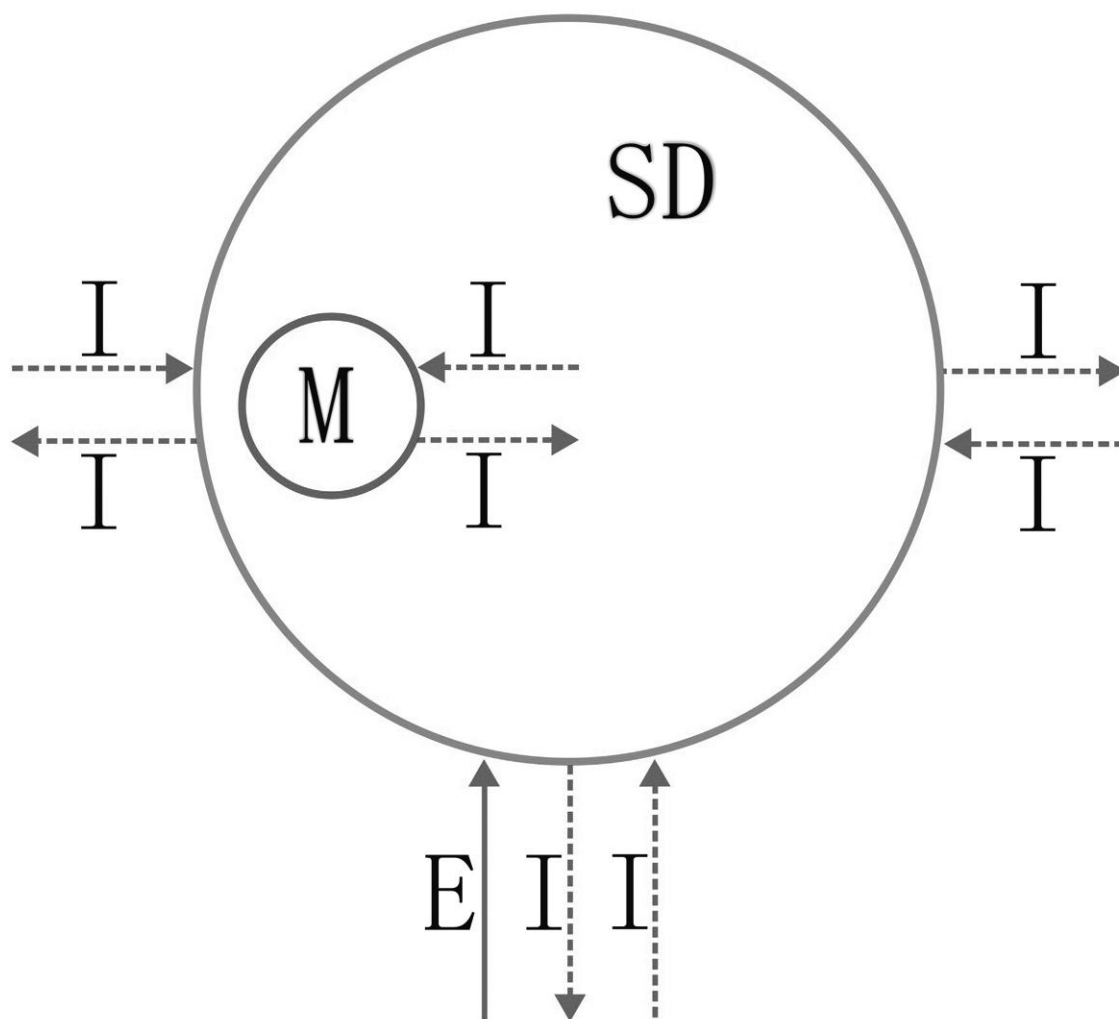
6. MODELIZADORES

Este análisis de la evolución del Sistema Decisor nos permite hablar de otro elemento, o subsistema, a añadir a los anteriores.

Un paso evolutivo más en los Decisores, y en el camino hacia la inteligencia, será aquel en el cual la memoria de los acontecimientos anteriores permita la generación de *Modelizadores*, subsistemas alojados en el Sistema Decisor.

Serán aquellos que permitan, mediante el análisis de acontecimientos anteriores, tomar decisiones energéticas evitando el paso de ensayo y error.

Es decir, los Modelizadores son subsistemas que se insertan en el Sistema Decisor. Realizan modelos basándose en la información disponible proveniente de los diferentes subsistemas, y su asociación con experiencias anteriores almacenadas.



Los Modelizadores trabajan con información almacenada –memoria- en el propio Decisor, y con informaciones provenientes del resto del sistema. Descubren oportunidades valorando experiencias anteriores. Se alojan en el sistema nervioso central, en los Sistemas Vivos Biológicos, o forman los gabinetes asesores que complementan al gobierno de un Sistema Vivo Social.

La aparición de los Modelizadores, y con ellos la aparición de la capacidad de crear modelos del entorno, **permite evitar el procedimiento hasta ese momento único del ensayo y error y, al evitarlo, sustituyéndolo por retroalimentaciones del Sistema Decisor, acelera enormemente la evolución**, por dos razones:

- propone inversiones cuya rentabilidad ha sido probada en ocasiones anteriores y
- descarta inversiones energéticas con baja probabilidad de éxito.

La evolución de los Decisores no solamente es un camino energéticamente más eficiente, sino que también es la que más rápidamente elimina a quienes no la incorporan, dado que significa la capacidad de discriminar entre acciones energéticamente premiadas y no premiadas. La evolución de los Decisores se retroalimenta en competencia.

La aparición de los Modelizadores, es importante destacar esto, con ser una revolución por su capacidad catalizadora del proceso evolutivo, no es funcionalmente sino una simple evolución, pues su materia prima, la información es, como hemos visto, imprescindible en la configuración de cualquier Sistema Vivo.

Un aspecto muy interesante de los Modelizadores en los Sistemas Vivos Biológicos es que están adscritos al Sistema Decisor y relacionan informaciones pasadas con informaciones presentes del propio sistema. En otras palabras: no tienen relación con el “mundo exterior al sistema”. Creo que la imposibilidad hasta el momento de visualizar sus procedimientos –a diferencia de lo que sucede, por ejemplo, con la más evidente operatividad de los picos o las garras-, añadido al hecho de que no dejan registro fósil, se encuentra en el origen del hecho de que no hayan sido considerados en toda su importancia por los estudios sobre evolución biológica. Pero aún adscritos, o incluso físicamente confundidos con el Sistema Decisor, NO son el Sistema Decisor. La evaluación de oportunidades y la toma de decisiones son independientes, tanto funcional como filogenéticamente. La modelización supone el paso del comportamiento instintivo a la acción consciente.

Los Modelizadores, como el resto de subsistemas, actúan simbióticamente con el sistema en el que se incluyen, y lo hacen en competencia con los Modelizadores de otros sistemas, tanto biológicos como sociales. Su consumo energético no podrá considerarse alto o bajo *per se*, sino en función de la energía que permiten capturar o ahorrar a su sistema.

El mundo platónico, el mundo de las ideas, se corresponderá según esta descripción con los Modelizadores. Es decir, será albergado por especialistas, subsistemas del sistema vivo biológico o social, que desarrollan modelos. Pero las ideas, así contempladas, pierden su característico platonismo. Requieren información (tanto la proveniente del resto de subsistemas como la ya almacenada). Necesitan una inversión energética para activarse. Compiten con otras ideas (modelos) del mismo sistema o de otro y, ocasionalmente, muestran su rentabilidad energética, que será valorable mediante la activación (inversión energética) de los

diferentes subsistemas a los que afectan y la valoración de resultados (es decir, mediante una contabilidad externa al propio modelizador). Desde otra perspectiva, podemos también afirmar que el modelo no puede sustituir al sistema en el que se inserta: es un subsistema que requiere una energía que él no captura, y en caso de éxito contribuye a proveer al sistema de una energía que él no transforma o distribuye, labores que necesariamente realizarán otros subsistemas. El “mundo de las ideas” no aparece sino tras la consecución de diferentes etapas evolutivas previas, y es, y sólo puede ser, una parte de la realidad en su conjunto.

7. LA ACELERACIÓN DE LA EVOLUCIÓN

Hemos visto que la evolución de los Decisores premia, y por tanto activa, el desarrollo de la inteligencia. Aún así, podemos decir que la carrera evolutiva, al menos en la competencia depredador-presa cuando ambos están dotados de Subsistemas Decisores, es decir, de inteligencia, es neutra, en el sentido de que un salto evolutivo de una especie se verá compensado (de lo contrario desaparecerá) por otro salto de otra especie, su presa, en una baile sin fin, bautizado por el profesor Leigh van Valen como “El efecto reina roja”, en referencia a *Alicia a través del espejo*. Las especies – el depredador y la presa- tienen que correr para conseguir permanecer en el mismo sitio.

Pero hay algo en la descripción de la inteligencia, entendida como recursividad en la valoración de las acciones de Sensores y Herramientas, que nos indica que la Evolución se ha ido acelerando. No es lo mismo enviar una orden a la Herramienta de Captura que enviarla y, en permanente revisión de la información proveniente de los Sensores, realimentar esa orden. Ni es lo mismo enviar una orden –o evitar hacerlo- disponiendo de almacenamiento de resultados de experiencias anteriores y capacidad de analizarlos. Podemos afirmar cuando menos que las especies, para conseguir permanecer en el mismo sitio, no sólo tienen que correr, sino que tienen que correr cada vez más rápido.

Sin embargo persiste, si no en la Biología como disciplina, al menos en algunos biólogos, esa reticencia. “*Soy hostil a todo tipo de fuerza mística que conduzca a una mayor complejidad*”, dijo Richard Dawkins. “*Es difícil relacionar mayor tamaño cerebral con eficacia biológica: al fin y al cabo las bacterias son aptas*”, dice John Maynard Smith.

Desde nuestra perspectiva ya no hablaremos de tendencia a la complejidad (según nuestra descripción la estructura básica de los sistemas vivos no varía), sino de tendencia a una mayor eficiencia en la captura energética... que premia, entre otras, una mayor capacidad cerebral, traducida en capacidad de modelización de las acciones energéticas a emprender.

Creo que se puede concluir una tendencia al incremento de la eficiencia energética, que vendrá asociada a una capacidad de modelización creciente, sin recurrir a ninguna “fuerza mística”. Al contrario, podemos precisar bastante el proceso: incrementar la eficiencia en los actos energéticos significa aumentar la capacidad de trabajo por unidad de tiempo, es decir, *la Evolución incrementa la Potencia de los sistemas vivos implicados*.

Queda sin embargo el hecho de que, efectivamente, las bacterias siguen siendo tan aptas como lo eran hace 3 000 millones de años. Pero hemos visto que los sistemas vivos evolucionan no sólo en complejidad sino, sobre todo, en eficiencia en la captura energética. Esto hace que llegados a cierto punto de su evolución, se diferenciarán de las bacterias primigenias – serán más aptos evolutivamente- porque serán capaces, a diferencia de éstas, de predecir con precisión y anticipación creciente el agotamiento de su nicho energético y de buscar activamente otros. La evolución de la capacidad de modelización conduce a la capacidad de innovar conscientemente, y éste será un criterio objetivo que nos permitirá hablar, como veremos más adelante, de un estadio evolutivo superior. Pero, antes de continuar con nuestro trayecto, detengámonos un instante para analizar otro de los elementos que aparecen en nuestro esquema de los sistemas vivos: la información.

CAPÍTULO 6. INFORMACIÓN

1. DEFINICIÓN DE INFORMACIÓN

Definiremos inicialmente Información como Energía con incorporación de un código. Pero esta definición puede parecer insuficiente y confusa, dado que hemos decidido que todo subsistema de un Sistema Vivo le será útil para realizar un trabajo, y por lo tanto es Energía, y dado además que cada uno de esos subsistemas adopta una forma específica –a la que podemos identificar como código-. Así que es necesario ampliar la definición, desde un criterio funcional.

Información será entonces *Energía con incorporación de un código, que se emplea para relacionar los diferentes subsistemas que conforman todo Sistema Vivo.*

Si aceptamos que un Sistema Vivo tiene necesariamente, al menos, Sensores y Herramientas de Captura, y que éstos deben estar relacionados por al menos un canal informativo, estaremos aceptando que la información es esencial a cualquier Sistema Vivo.

La información se articula en lenguajes, y estos en unidades. Cada elemento de ese lenguaje será un subsistema del Sistema Vivo. Exigirá una inversión, persistirá en tanto que permita al sistema que invierte en él mantener su estructura, evolucionará en competencia con otros.

Podemos decir que existirán tantos tipos de información, tantos lenguajes, como relaciones entre subsistemas, y desde esta perspectiva, también funcional, ofrezco algunas reflexiones, dejando claro que no tienen ningún ánimo exhaustivo. Hablaremos así de distintos tipos de información que unen a los subsistemas.

Relación sensor-decisor

La información que el Sensor envía al Decisor ofrece posibilidades de actuación al decisor:

-“Hay comida”

Pero, a la vez, también clausura posibilidades: de entre todas las posibilidades, HAY COMIDA. Toda información entregada por un Sensor define y niega. Define un estado, niega su opuesto. La información que le es enviada al Decisor por los Sensores respecto a la Energía Externa abre sus posibilidades de inversión –de nueva captura energética- al tiempo que, inevitablemente, las cierra para la realidad en su conjunto. Parece que se

produce, por lo tanto, una transferencia de “realidades posibles” de un entorno no vivo a un entorno vivo y, como hemos visto, progresivamente estructurado y capaz en la captura de esa energía externa. Aquí observamos de nuevo la tendencia de la realidad a ser asimilada en sistemas vivos, es decir, en estructuras organizadas.

-Relación decisor-herramienta

El decisor, a su vez, envía a las Herramientas de Captura órdenes de captura energética:

- *“Come, Juan”*.

Es una información que cierra probabilidades al propio sistema, pues tiene la misión de convertir una posibilidad en acto energético, con un consumo energético que ya no podrá ser empleado con otro fin. Aunque, de nuevo, si atendemos a la definición de sistema vivo que estamos utilizando, “una estructura que captura energía para poder capturar más energía”, si la inversión es correcta ese cierre de probabilidades se traduce en un incremento de probabilidades de acción futura del sistema, mediante el aprovechamiento de la energía capturada.

De nuevo podemos plantearnos que la evolución de los Sistemas Vivos, su incremento en la localización energética, en su captura, en la eficiencia en su uso, cierra probabilidades a su entorno. El universo pasa progresivamente de todas las posibilidades a sólo algunas.

2-LA PRAGMÁTICA

Encontramos en estos breves ejemplos, si no una explicación, sí una acotación a diferentes problemas lógicos tradicionales. Dentro de la Lingüística podemos asociar esta perspectiva a la “Pragmática”, término acuñado por Charles S. Peirce (1839-1914), aunque desarrollado por Charles Morris en la década de los treinta del siglo pasado. Esta escuela busca asociar los significados a los CONTEXTOS de enunciación, por oposición a los significados inherentes a las formas lingüísticas. Mientras la semántica considera que el significado de la lengua está contenido en la forma lingüística, la pragmática sostiene que el significado de la lengua está contenido en su contexto. Pierce decía que el “significado” de un mensaje era la conducta que propiciaba, conducta correspondiente a la información que transmitía el mensaje en relación con la situación del entorno.

En esta línea proponemos una matización: este enfoque, que estudia “las funciones del lenguaje”, genera una cierta sensación de que existe una cosa, “el lenguaje”, que cumple diferentes funciones. Sin negar que esto sea cierto, tratemos de verlo de otro modo: existen distintos subsistemas del Sistema Vivo que cumplen distintas funciones, y existirá un lenguaje para comunicar cada uno de estos subsistemas. *Existirán, en consecuencia, tantos lenguajes como relaciones entre subsistemas, aunque compartan, en apariencia, una misma lengua. Veámoslo con un ejemplo:*

En Filosofía, y durante la primera mitad del siglo XX, los filósofos Bertrand Russell y Peter Strawson se enzarzaron en un debate sobre la oración “El rey de Francia es calvo”. Russell afirmaba que “como la oración no es verdadera, ha de ser simplemente falsa”, mientras que Strawson aseguraba que “carece de sentido preguntar si esta oración es verdadera o falsa. Si no hay ningún rey, un enunciado de esta forma es simplemente inapropiado, incumple las normas del comportamiento lingüístico normal”.

Nosotros, aunque con matices, nos ponemos del lado de Strawson: desde nuestro punto de vista una frase como la anterior no será posible –no será lenguaje- si trata de relacionar diferentes subsistemas desde su función de captura energética. Sin embargo, es posible en el territorio del juego lógico, en las relaciones entre diferentes decisores –con sus respectivos modelizadores-.

En el Sistema Social Humano, como en cualquier Sistema Vivo, encontraremos una estructura necesaria, formada por el esquema descrito de sensores, decisores, sistema metabólico, y herramientas de captura, inversión, homeostáticas y de ataque. Es posible analizar las relaciones entre estos subsistemas utilizando como base la lingüística de enfoque pragmático, pero alterando el procedimiento. Es decir, estudiando primero qué subsistemas se relacionan (observando primero si estamos analizando las relaciones, por ejemplo, entre un Decisor –al que haremos equivaler al jefe- y un Subsistema Herramienta –el operario-), para luego deducir el tipo de lenguaje que es posible emplear entre ellos. La relación jefe-operario excluirá para su eficiencia el uso del humor o de los dobles sentidos. El BOE, por ejemplo, entrega órdenes. Ha de ser claro y su interpretación unívoca. Ni tiene gracia ni puede tenerla. En éste contexto la expresión “el rey de Francia es calvo” no es lenguaje inadecuado, sino no lenguaje, como un tenedor no es una herramienta poco adecuada para tomar sopa. Simplemente no es una herramienta, *porque su valor energético es nulo*.

Sin embargo, acabamos de utilizar la expresión “el rey de Francia es calvo” para hacer una demostración que puede ser refutada o validada, lo que puede resultar útil a su vez en el futuro. Es decir, asociada a una modelización esa expresión *sí tiene valor energético y es, por lo tanto, lenguaje*.

3. EL LENGUAJE DE LAS HERRAMIENTAS HOMEOSTÁTICAS

Un Sistema Vivo Social también permite relaciones de otros tipos entre subsistemas –individuos-. Dispone de Herramientas Homeostáticas encargadas de mantener la eficiencia energética del sistema. En ese territorio cabrán no solamente la contradicción lógica, sino la arenga, la ironía o el humor en todas sus formas, con la función de mantener “el optimismo”, el “tono vital” de unos individuos conscientes, entre otras cosas, de su decadencia física y de su mortalidad. El humorista profesional ofrece un servicio –olvidar las preocupaciones, ofrecer perspectiva para afrontar los problemas-, al igual que el dentista cura muelas o el sacerdote ofrece el consuelo de la salvación eterna. El humorista, el médico, el líder carismático o el sacerdote forman parte del Subsistema Homeostático Social, encargado de hacernos sentir mejor, más sanos, con la moral más alta. Encargados, en última instancia, de mejorar nuestra eficiencia energética. Las Herramientas Homeostáticas incluirán, por tanto, no sólo a la medicina o la justicia, sino también a todas las instituciones –sistemas vivos- que nos ayudan a sobrellevar las dificultades y, consecuentemente, como se ha dicho, a mantener nuestra eficiencia, cada una con su lenguaje específico. Y tienen dos terrenos de acción. El primero es aquél en el que logramos sentirnos mejor en tanto que individuos, e incluye terrenos como la medicina, la psicología, el humor o la religión entendida como un acto e comunión individual con la divinidad. El segundo es el que nos permite adscribirnos a alguna institución que nos asocie a lo inmortal. Conseguimos “trascendernos”, aunque sea simbólicamente, a través de una institución religiosa o deportiva, o como miembros de una Nación. Pero esta trascendencia simbólica tiene un valor energético real, homeostático, de mantenimiento en la eficiencia energética.

4. EXISTEN TANTOS LENGUAJES COMO SUBSISTEMAS

La separación entre subsistemas es estricta. Un Decisor puede enviar una información –orden- a una Herramienta, pero es competencia de ésta realizar la captura. El lenguaje interno del Subsistema Herramienta será necesariamente independiente

El lenguaje utilizado en las relaciones entre un Sensor y un Decisor no es el mismo que el utilizado entre el Decisor y su Herramienta. Pero, a su vez, el lenguaje *interno* de un Decisor o de una Herramienta de captura, es decir, el lenguaje que utilizan los subsistemas de ese subsistema, es diferente del utilizado en la relación del Sistema Sensor y del Sistema Decisor. De hecho, **en un Sistema Vivo habrá tantos lenguajes –códigos- como relaciones entre subsistemas**. Y si planteamos la posibilidad de que un Subsistema de un Sistema Vivo conozca todos los mecanismos de la información acumulada en el conjunto de subsistemas, concluiremos que no solamente no es eficiente, sino que es, además, imposible.

Y no es posible, en primer lugar, porque no es posible el conocimiento de un estado absoluto del sistema, ya que no existe tal estado absoluto. La información sobre la energía localizada por los Sensores se envía al Sistema Decisor el cual, a su vez, transmite información (órdenes) a las Herramientas, y recibe y envía información al Sistema Metabólico. Cada envío y evaluación en cualquier Sistema Vivo es, por lo tanto, secuencial y abierto, no existiendo un “estado absoluto” del sistema que pueda ser conocible.

Pero también, y esto es muy interesante, porque la información de cada subsistema es estrictamente irreductible. La división de un Sistema Vivo en subsistemas no es sólo funcional, sino ontológica, es decir, esencial al propio sistema. Una hipotética información completa del estado del sistema, almacenada, por ejemplo, en el Modelizador, sería no sólo irrelevante, sino la capacidad sistémica de cumplir sus funciones: localizar energía, capturarla, transformarla y distribuirla, sino simplemente imposible, pues exigiría que el Modelizador dispusiese de todas las Herramientas que generan e interpretan cada uno de los lenguajes de cada uno de los subsistemas, es decir, una réplica del sistema. En otras palabras: sólo el sistema en su conjunto representa al sistema. No existe un Aleph, no existe un libro de todos los libros en nuestra Biblioteca de Babel.

Podemos comprobar esto si observamos el Sistema Vivo Social Humano. Aunque podemos afirmar que sabe más sobre sí mismo de lo que nunca ha

sabido otro Sistema Vivo, ese conocimiento está estrictamente compartimentado, y corresponde al Sistema Vivo Social como conjunto. Sabe más que nunca sobre el funcionamiento del corazón del individuo, pero este conocimiento se localiza en un subsistema determinado –una farmacéutica, o un Hospital-. La primera es una Herramienta de Inversión que utilizará ese conocimiento para mejorar su funcionamiento, el segundo una Herramienta Homeostática dedicada a preservarlo. Cada nuevo conocimiento que aparece –y están apareciendo muchos- requiere un nuevo lenguaje especializado, es decir, exige un nuevo Subsistema Social que se aplicará a ese conocimiento. De esta forma crece el número de lenguajes que se entrecruzan en el Sistema Vivo Social, y el número de subsistemas que lo conforman. También mejorarán los Modelizadores y crecerá, consecuentemente, la capacidad del Sistema Decisor (gobernante) para invertir adecuadamente incrementando la robustez del sistema. Pero, estrictamente hablando, no crece el conocimiento que el sistema tiene sobre sí mismo. Como sucedía en los individuos, cada uno de los subsistemas que conforman el sistema social, y los que vayan surgiendo, dispondrá de su propio lenguaje y el Decisor no conocerá ese lenguaje, no conocerá el subsistema, sino que lo utilizará –eso sí, de modo cada vez más eficiente- para sus fines.

Hablemos de un Sistema Vivo-Individuo, o de un Sistema Vivo-Social, el conocimiento que ese sistema tiene de sí mismo no varía sustancialmente. El individuo dispone de un Sistema Decisor, al que se adscriben un conjunto de Modelizadores, capaces de valorar la utilidad del resto de subsistemas. Recibe información del resto de subsistemas y les envía órdenes. El conocimiento del sujeto sobre sí mismo acaba ahí. Un individuo hereda un conocimiento del uso de sus manos, al que complementa con un aprendizaje. Pero no “conoce” sus manos, sino el uso que hace de ellas. Conoce y aprende sobre sus usos posibles, sus posibilidades de captura energética. No conoce su mecánica interna, ni el canal de información que las une a su modelizador, ni siquiera el código de esta información. El individuo no es sino un conjunto de subsistemas independientes, asociados simbióticamente para la captura energética, y el sistema decisor, y sus modelizadores adscritos, no “conocen”, sino que utilizan al resto de subsistemas que lo componen. Un individuo sólo conocerá sus manos en tanto que especialista –médico-, y esta especialidad existirá en tanto que resulte útil –como Herramienta Homeostática-, del sistema social.

Pero esto, que puede parecer que reduce la definición de individuo, en realidad la hace más extensa: la visión de sistema que ofrecemos, a la vez que muestra como imposible un conocimiento completo del sistema sobre

sí mismo, nos permite extender las fronteras de ese sistema. Al igual que no conoce sus manos, pero las utiliza simbióticamente, lo mismo hará el individuo con cualquier otra Herramienta externa al cuerpo. No habrá diferencias, desde nuestro punto de vista funcional, entre las primeras y las segundas.

Nos adentramos de esta manera en la definición del individuo como ser tecnológico, cuyos límites no son los corporales, sino que abarcarán todas sus posesiones, todos los elementos extracorporales en los que invierte y de los que puede disponer para lograr una captura energética. Las fronteras del Sistema Vivo alcanzan, así, una nueva extensión. Es desde esta perspectiva cuando podemos hablar del progreso individual que define al individuo contemporáneo. El Sistema Decisor de cada individuo amplía – mediante la tecnología- su radio de acción –de acciones energéticamente eficientes- mucho más allá de sus límites biológicos. Sus Modelizaciones incorporarán, si no el conocimiento de su mano –que estará reservado al Subsistema Vivo Social especializado en ese conocimiento-, sí la información funcional sobre el uso de esa mano, e idénticamente hará con cualquier otra Herramienta que el Sistema Social pueda aportarle. Será irrelevante, funcionalmente, que acceda a ella a los tres meses de gestación o al cumplir 18 años.

Los límites del individuo se reducen así, desde un cierto punto de vista: el sujeto –sistema vivo- no puede conocerse a sí mismo. Pero puede realizar modelos cada vez más completos y útiles de sí mismo, y extraer decisiones energéticas de esos modelos. Y esta capacidad de modelización y toma de decisiones se extiende –y con ella el propio Sistema Vivo- a todas las Herramientas a las que tiene acceso como subsistema del Sistema Vivo Social.

CAPÍTULO 7. LA COMPETENCIA POR LA ENERGÍA

Un aspecto muy importante al que no hemos hecho aún mención, pero que es clave en nuestra interpretación, es que el sujeto de estudio, sea un Sistema Vivo biológico o social, no puede considerarse aisladamente. Estamos acostumbrados a los análisis de la vida realizados desde el individuo, observando pormenorizadamente sus características tanto reproductivas como de comportamiento. Todos los esquemas que hemos mostrado describiendo al Sistema Vivo incorporan un cierto número de subsistemas, que responden a diferentes funciones, todas ellas necesarias para la existencia de ese sistema. Pero también incluyen un círculo, externo a esa estructura, que representa a la Energía Externa. Lo que desde esta perspectiva tratamos de destacar es precisamente que un Sistema Vivo existe en tanto en cuanto existe ese círculo a su alrededor, al que podemos considerar una parte del esquema tan necesaria como cualquier otra. Es decir, un sistema vivo existe en cuanto que dispone de una energía externa que puede localizar, capturar y utilizar para mantener su estructura. No es posible definir a la estructura del Sistema Vivo prescindiendo de ese círculo, de esa Energía Externa. Ahora trataremos de realizar, de forma consecuente con esta observación, un estudio de los sistemas vivos centrándonos en ese círculo externo, en la energía a la que los sistemas vivos tienen acceso, a la que denominaremos ENERGÍA DISPONIBLE.

Pero antes trataremos un caso particular: el Sistema Vivo ha localizado y capturado una energía de la que dispone, pero que aún no ha consumido.

Denominaremos a esa energía “Energía Almacenada”.

1- ENERGÍA ALMACENADA

Es evidente, en un primer momento, que si un Sistema Vivo consigue acaparar energía, es decir, disponer de energía que aún no ha sido consumida, pero que puede utilizar como propia, ese sistema dispondrá de ventajas evolutivas, puesto que esta energía acumulada le puede servir, entre otras cosas, para superar fases de escasez energética. Denominaremos a la energía que el sistema vivo ha atrapado, pero aún no ha consumido, “Energía Almacenada”.

Consideraremos funcionalmente la Energía Almacenada como integrada en el Sistema Metabólico. El ejemplo más evidente de esta energía son los lípidos que algunos sistemas biológicos acumulan. Sin embargo esa energía, en el caso de los sistemas vivos biológicos, y por supuesto en los sociales, no se encuentra necesariamente dentro de las “fronteras” del sistema, debajo de nuestra piel. La competencia por el acceso a energía premiará una acción que observamos con frecuencia en la naturaleza: el acopio de energía no necesariamente procesada, sino simplemente acumulada, esperando para ser procesada. Nos referimos a la energía que, como en la hormiga del cuento, se almacena en verano para consumirse en invierno, es decir, se acumula en épocas de abundancia para disponer de ella en tiempos de escasez. Así, vemos que algunos animales entierran parte de sus provisiones para disponer de ellas posteriormente.

¿Hay alguna diferencia entre la energía almacenada y procesada de la simplemente almacenada? ¿En qué se diferencia la energía que el oso necesita para su hibernación y que almacena en el interior de su cuerpo, de la de la ardilla, que esconde las semillas en el árbol para el invierno? ¿Es la energía metabolizada por el oso parte de su sistema vivo, mientras que la energía escondida por la ardilla en el tronco del árbol se mantiene exterior al sistema? Desde el punto de vista que exponemos la respuesta correcta es que AMBAS energías pertenecen al sistema.

Puede esgrimirse en contra de este argumento que es un hecho cierto que la energía metabolizada por el oso pertenece a su sistema y podrá disponer de ella, mientras que las semillas almacenadas por la ardilla no han sido asimiladas por su organismo, y se encuentran por lo tanto al albur de acontecimientos que impidan a la ardilla su acceso a las mismas. Pero ese es un argumento falaz, puesto que ambas energías, la interior del oso y la exterior de la ardilla, son energías ya capturadas y dependen para su consumo de que efectivamente éste se produzca. Mientras esto no suceda ambas son energías potenciales del sistema, y su consumo es una

posibilidad nada más. Tan posible es que se bloquee el hueco del árbol que almacena las semillas de la ardilla por un acontecimiento externo como que el oso sufra una enfermedad que le impida utilizar los lípidos almacenados en su cuerpo.

Los posibles fallos en el acceso a esas energías tienen en realidad que ver con una característica diferente de los sistemas vivos. Hemos visto ya que su funcionamiento es secuencial. También podemos añadir que es no predecible, ya que cualquiera de los subsistemas implicados experimenta una relativa autonomía funcional, todos ellos se encuentran en un entorno que se transforma, y cualquiera de ellos se ve por lo tanto expuesto a una disfunción que no puede ser predicha por ninguna modelización. Podemos decir que el oso corre menos riesgos de perder esa energía que la ardilla, pero eso tiene que ver con la robustez del sistema, no con su estructura. Se puede invertir indefinidamente, en teoría, en incrementar la robustez de un sistema (inversión en Subsistemas Homeostáticos), pero ese incremento de la inversión siempre se encontrará con el límite teórico de la propia rentabilidad de esa inversión, acotada por la energía que el sistema puede capturar.

Definiremos por lo tanto en ambos casos, en el del oso y en el de la ardilla, la energía con que cuenta el sistema como **ENERGÍA ALMACENADA, aquella localizada por sus Sensores y capturada por sus Herramientas, de forma tal que el Subsistema Decisor tome sus decisiones contando con ella, independientemente de que haya sido o no asimilada y transformada por su Sistema Metabólico.** Se caracterizará entonces por ser una energía, bien sea “interna” o “externa” al sistema, pero con la que en todo caso el Sistema Decisor podrá contar para tomar futuras decisiones de inversión.

Parece una afirmación sin trascendencia, pero si la aceptamos estaremos transformando profundamente nuestra visión de qué es un Sistema Vivo.

2- NUEVA DEFINICIÓN DE FRONTERA DE UN SISTEMA VIVO

Entre las definiciones de vida que hemos revisado al principio de este trabajo se encontraba la **Definición Metabólica:**

“Un sistema vivo es un objeto con una frontera definida que continuamente intercambia sustancias con el medio circundante sin alterarse”.

Esta es una de las características habitualmente esgrimidas a la hora de definir un Sistema Vivo Biológico: la de que dispone de fronteras. Fronteras homeostáticas, que determinan un límite entre el orden interno y el desorden exterior.

En su versión más sencilla, efectivamente, el Sistema Vivo localiza energía, la captura, la procesa mediante su Sistema Metabólico y la distribuye a sus subsistemas de la manera más adecuada para poder seguir capturando energía. El Sistema Vivo será más eficiente si disfruta para ello de unas fronteras que aislen su orden energético de ese desorden externo.

Pero vemos que al analizar la Energía Almacenada ésta puede ser tanto interna como externa a ese sistema. Los límites del sistema vivo alcanzan a la energía que éste pueda considerar como propia para tomar sus decisiones de inversión, y esta energía no tiene por qué haber sido asimilada por el Sistema Metabólico para que el Sistema Decisor la considere como disponible. Las fronteras del Sistema Vivo se desdibujan.

3- YO SOY YO Y MI PATRIMONIO.

Al hablar de información ya habíamos visto la capacidad de realizar actos energéticos por parte del Sistema Vivo Individuo se había ampliado, como subsistema del Sistema Social, para dar lugar al sujeto tecnológico. Los diferentes subsistemas con los que cuenta el individuo humano para realizar actos energéticos se extienden, mucho más allá de su cuerpo, a cada uno de los instrumentos de que dispone para realizar dichos actos. El Sistema Decisor de ese individuo incorpora, en sus modelizaciones, no sólo su mano, sino también el vehículo que le traslada (y que puede realizar diferentes funciones como Herramienta Sensora –ayudándole a buscar clientes-, como Herramienta del Subsistema Metabólico –transportando objetos-, como Herramienta del Sistema Homeostático –turismo-), o la casa que le acoge (esencialmente una Herramienta Homeostática).

Si habíamos visto esto desde el punto de vista de la información, de lo que el Sistema Vivo conoce sobre sí mismo, ahora lo vemos desde el punto de vista de las acciones energéticas que permite. Cada sistema tomará decisiones de consumo e inversión energética en función no solamente de la energía que espera capturar, sino de la energía ya capturada, a la que hemos definido como Energía Almacenada. Y ésta se extiende, mucho más allá de los límites biológicos, para incluir sus propiedades. Su patrimonio.

Podemos ver más claro y generalizado el concepto de Energía Almacenada si lo aplicamos a nosotros mismos. Los humanos han desarrollado extraordinariamente el concepto de Energía Almacenada. En nuestra sociedad podemos asociar esta definición de energía, con matices, al concepto de propiedad. Propiedad es el conjunto de bienes con que el que cada sistema –Estado, empresa, familia, individuo- cuenta, pudiendo ser éstos muebles, inmuebles y monetarios.

El individuo es él y su patrimonio, diremos. Pero entenderemos éste desde el punto de vista funcional, que no coincidirá necesariamente con el legal. El patrimonio de un político, en tanto que ejerza su cargo, alcanzará a todas las decisiones energéticas que pueda efectuar en tanto ostente ese cargo. Por eso hablaremos de poder político aunque, legalmente, la energía sobre la que actúa no le pertenezca. Lo que nos importa es que tendrá la capacidad de tomar sus decisiones contando con ella. Lo mismo podemos decir respecto a cualquier cargo profesional.

En función de la Energía Almacenada de que dispongamos podremos adquirir –integrar en nuestro sistema vivo- comida (para nuestro sistema

metabólico) o ropa (herramienta homeostática), pero también *alquilar* un pasaje de avión, que será, en tanto dure el servicio, una Herramienta de nuestro Sistema Vivo (de Captura energética, si es en viaje de negocios, u Homeostática, si es de placer). El Sistema Vivo individuo, en la sociedad actual, se alarga así interminablemente, aunque sus límites permanecen definidos. El fin último de ese individuo, como el cualquier otro Sistema Vivo, será mantener su estructura, bien a través de sí mismo o a través de Herramientas de Inversión que, como Sistema Vivo Biológico, al menos por el momento, se referirán a su descendencia. Mantendrá el esquema universal descrito, con un Decisor, al que se adscriben un conjunto de Modelizadores, y que actúa simbióticamente con un determinado número de Herramientas que pueden extenderse mucho más allá del cuerpo biológico, disponiendo para ello de su Energía Almacenada, con la que podrá contar para realizar nuevas inversiones que mantengan su estructura sin olvidar nunca las exigencias energéticas de su Sistema Metabólico. Podrá, por qué no, dedicar toda su Energía Almacenada a transportar piedras de una orilla a otra de un río, o realizar continuos viajes de ida y vuelta en el primer avión que el azar ponga a su disposición. Pero, abandonando por completo las inversiones que le permitan localizar más Energía Externa, no prosperará.

4- ENERGÍA ALMACENADA Y PROPIEDAD

El concepto de Energía Almacenada nos sirve también para reconsiderar como vivos todos los subsistemas –naturales o artificiales- que nos rodean, y que son PROPIEDAD, es decir, están integrados en algún Sistema Vivo Social.

Pero para poder considerarlos propiedad, es necesario poder defenderlos ante otros sistemas. Esto vale para cualquier Sistema Vivo, incluyendo los sistemas sociales humanos. Observamos que en ellos la propiedad existe en tanto en cuanto hay un garante de dicha propiedad. Históricamente, cada uno de ellos –individuo, familia, tribu- debía ocuparse de defenderla mediante el uso de sus Herramientas de Ataque, pero hoy ese garante es el Estado. Esto refuerza nuestra visión del Estado como un Sistema Vivo, formado por subsistemas –empresas, individuos- que cumplen las diferentes funciones que hemos establecido para todo sistema –se integrarán por tanto dentro de los subsistemas Sensor, Decisor, Herramienta o Metabólico del mismo-. Pero todas ellas forman parte de ese Sistema Vivo-Estado, el cual se caracteriza por proveer a sus subsistemas de diferentes energías –tierra, capital humano, energías fósiles u otras-, así como de mantener una energía de transferencia entre los subsistemas, una Energía Interna: el dinero. Es competencia del Estado también el desarrollo de medios de comunicación entre los subsistemas. Y no menos importante es observar que las Herramientas de Ataque, además de ser útiles para que un sistema compita por energía con otros, tienen otro papel. Los diferentes subsistemas de un sistema vivo Estado, sean empresas, familias, instituciones o individuos comparten características de los Sistemas Vivos. Requieren energía para su formación y mantenimiento, evolucionan en competencia con otros subsistemas del mismo tipo... Su diferencia esencial con los sistemas vivos en los que se integran es que obtienen su energía a cambio de un servicio, servicio que permitirá al sistema, en promedio, obtener más energía de la prestada. Pero hemos dicho que las empresas, familias, instituciones de un Sistema Vivo Social, a diferencia de lo que ocurre en los subsistemas biológicos, son también sistemas vivos. Competirán por la energía disponible. En principio cada subsistema podría –y debería- invertir en Herramientas de Ataque para protegerse de otros subsistemas o arrebatarles su energía. Pero resulta mucho más rentable tanto energética como funcionalmente delegar esa función en las Herramientas de Ataque del Sistema Social, encargadas así de proteger la energía disponible por cada uno de los subsistemas que lo componen. Y la propiedad, en un Sistema Social, existe no en virtud de los textos legales que la describen, sino en la capacidad coercitiva del Sistema Social de

imponerla, algo que también podemos observar en los sistemas vivos sociales formados por distintas especies animales.

5- SENSORES DEL SISTEMA VIVO SOCIAL

Creo que aclararemos definitivamente qué es el patrimonio desde el punto de vista funcional si hablamos de los Sensores. Artistas, investigadores, modelizadores sociales, son los Sensores del Sistema Vivo Social. Se caracterizan por localizar nueva energía, externa al sistema. Y esa energía puede tener un valor inmenso para el Sistema Social, pero para ello deberá poder ser capturada y metabolizada por el mismo.

Lo interesante es que, independientemente de la Energía Externa que maneje, el Sensor necesita, y puede considerar como propia –útil para mantener su estructura- no la Energía Externa con la que trabaja, sino la Energía Interna que reciba del Sistema Social, que será la que le permita, entre otras cosas, mantener su actividad.

Decisor (gobernante) y Sensor (investigador) pueden, por tanto, manejar grandes cantidades de energía, pero el primero maneja Energía Interna, energía útil para él en tanto que subsistema del sistema social, y el segundo Energía Externa, energía *futura* del sistema. Desde nuestro punto de vista funcional, el primero podrá tomar con su energía decisiones de inversión y, en consecuencia, gozará de un gran patrimonio funcional. El segundo, sin embargo, no puede tomar decisiones de inversión disponiendo de la energía externa que maneja, sino sólo de la energía que obtiene del sistema social. Independientemente del valor potencial de esa Energía Externa, su patrimonio funcional puede ser nulo.

Los Sensores –investigadores, artistas- y Modelizadores se encuentran así con que, pese a localizar una energía que puede ser enorme, incluso llegar a permitir la supervivencia futura del sistema en su conjunto, en muchos casos no disponen de mecanismos de compensación que les provean con Energía Interna del sistema acorde a la que permitirán obtener. Por mucha energía que localicen, su definición energética como individuos –yo soy yo y mi patrimonio-, no varía. Podemos incluso ir más lejos: cuanto más innovador sea un Sensor más nueva Energía Externa puede localizar, pero menos probable será que el Sistema Social disponga aún de Decisores capaces de valorarla y tomar las adecuadas decisiones de inversión, de Herramientas capaces de capturar esa energía, y de un Sistema Metabólico capaz de transformarla en energía útil, Energía Interna del sistema. Es decir, cuanto más innovador sea el Sensor más útil será, potencialmente, para el Sistema Social, y sin embargo menos probable resultará que pueda, a cambio de sus aportaciones, recibir una compensación en forma de

Energía Interna dentro de su ciclo vital. Para un Sensor la registradora nunca suena cuando debe.

Existe realmente una dificultad intrínseca, sistémica, para solucionar este problema. Tanto la ley de Patentes como la ley de Propiedad Intelectual han venido corrigiendo esta anomalía energética. Centros e Institutos de Investigación y artísticos se mueven en la misma línea. Pero se basan, necesariamente, en hechos consumados, es decir, el Sensor recibe Energía Interna en tanto que una parte de la Energía Externa que localiza es capturada y transformada por el Sistema Metabólico, o cuando al menos se ha realizado un modelo que prevé que esto llegará a suceder. La apuesta sistemática por los Sensores (aquella en la que se invierte en ellos sistemáticamente, aún a riesgo de que la energía que localicen no sea útil para el sistema) sólo llegará, como veremos, en las Fases Expasivas de los sistemas vivos: cuando la Energía Externa del Sistema Social se perciba como ilimitada.

6. LA BIOMASA ES CRECIENTE

La definición que hemos hecho de Sistema Vivo desde el punto de vista de la energía a la que tiene acceso para tomar sus decisiones de inversión cambia completamente nuestro concepto de biomasa, porque a partir de ahora consideraremos al nido de un pájaro como parte de su sistema vivo, una Herramienta Homeostática tan integrante del mismo como su corazón o sus plumas. Igual haremos con la tela de una araña, una herramienta de captura energética. Pero haremos esto también extensivo a los Sistemas Vivos Sociales. Un Ayuntamiento será un sistema vivo, con un Subsistema Decisor (la alcaldía) y múltiples subsistemas, que incluirán todas las propiedades del ayuntamiento, y que son aquellas por las que debe responder y mantener en uso en función de sus ingresos y obligaciones. Las calles y su asfaltado, las fuentes, los parques... son parte integrante de ese sistema vivo. Es decir, son biomasa. Y así para cualquier sistema que imaginemos.

Al principio de esta obra habíamos visto que todos los elementos que nos rodeaban, la realidad de nuestro entorno, está formada por elementos discretos que evolucionan en competencia con otros, que son subsistemas (vivos o no) de un Sistema Vivo. Ahora lo constatamos. El concepto de biomasa se transforma así radicalmente.

La denominada pirámide trófica, estudiada desde hace más de cincuenta años, determina que una gran parte de la energía se pierde al escalar en cada nivel trófico. Sólo un diez por ciento de la biomasa de las bacterias se convierte en plantas, la biomasa de los herbívoros es sólo un diez por ciento de la biomasa de las plantas, y la de los carnívoros es, a su vez, sólo un diez por ciento de la biomasa de las plantas. Lo que me gustaría observar aquí es una ecuación diferente, en la cual la biomasa de un carnívoro viene determinada, además de por su biomasa, tradicionalmente entendida, por el terreno que ha conquistado, del cual puede obtener energía y que será, por tanto, parte de sus Herramientas de Captura. Y el concepto de biomasa se dispara si atendemos a la que es propiedad de los individuos y sistemas sociales humanos. Desde nuestra perspectiva vemos, en primer lugar, que en los humanos el número de niveles tróficos aumenta considerablemente, al integrar en los mismos los distintos niveles sociales – individuo, familia, empresa, Estado, y todo el enorme y complejo tejido social-. E igualmente lo hace, hasta límites increíbles, la biomasa, pues no sólo todos los bienes artificiales, sino las tierras de cultivo, cualquier construcción imaginable, pertenecen a algún Sistema Social. Incluso si nos referimos a los Parques Naturales podemos verlos como Herramientas de

un Sistema Social –un organismo público- que ve en ellos la posibilidad de conservar un patrimonio genético que puede ser interesante en el futuro. El Parque Natural es radicalmente diferente del bosque. Ha sido integrado en un Sistema Vivo Social que lo utiliza como Herramienta Homeostática.

Lo curioso es que este punto de vista puede parecer chocante y sin embargo tenemos de él una percepción intuitiva, pero absolutamente clara y más allá de toda duda. La biomasa social irradia ante nosotros, literalmente, parte de la energía que ha sido invertida en ella. Aún de forma inconsciente percibimos inmediatamente, en cualquier lugar, al primer golpe de vista, cuándo un terreno ha sido arado, construido, canalizado. En otras palabras, cuándo ha sido integrado por un Sistema Vivo Social.

La biomasa así definida puede, además, contabilizarse varias veces: La biomasa Herramienta de Captura del carnívoro puede ser también biomasa de los herbívoros que en él habitan. La biomasa correspondiente a un individuo será además parte de la biomasa correspondiente a su familia (Subsistema Social), y tanto éstas como las de las empresas formarán parte de la biomasa del Sistema Vivo Estado en el que se integran.

7. GAIA

Es muy conocida la tesis en la cual James Lovelock afirma que la biosfera es un Sistema Vivo. Con las herramientas que hemos construido no podemos afirmar ni negar este hecho, por lo menos observado desde el presente. Pero creo que podemos anticipar una respuesta futura: ¿es la biosfera una estructura que captura energía para capturar con ella más energía con la que continuar manteniendo su estructura?

Las acciones emprendidas para disminuir el agujero en la capa de ozono son, seguramente, un momento que la Historia marcará con letras de oro en su devenir; son las primeras acciones encaminadas a proteger activamente, conscientemente, un Sistema Vivo Social Humano que se extendió, de este modo, a Sistema Vivo planetario. Un Sistema Vivo que alcanzará toda la biosfera, pero también todas las estructuras geológicas accesibles al hombre, y todas las estructuras creadas por el hombre. La biosfera, las estructuras humanas y la geología accesible conformarán la biomasa de ese Sistema Vivo.

Ese sistema pronto dispondrá de un Decisor que corrija cualquier transformación en su superficie, que organizará a la biosfera y la transformará en un sistema capaz de invertir en sí mismo para mantener su estructura y, con ella, la capacidad de continuar capturando energía en el futuro. Ese Decisor está emergiendo ahora y es, precisamente, el sistema social humano. Aunque ese nacimiento, ciertamente, no está exento de dificultades.

8- LA ENERGÍA EXTERNA

Pero habíamos dicho que íbamos a hablar de ese círculo que rodea nuestro esquema universal de los sistemas vivos, y que denominamos como Energía Externa al sistema. Una variable capital, que determina las posibilidades de supervivencia de un Sistema Vivo cualquiera.

Definiremos la Energía Externa como la energía que el Sistema Vivo puede llegar a capturar, mediante una actividad continuada, en función de las posibilidades ofrecidas por sus Sensores y Herramientas.

Será aquella útil para el sistema, es decir, la energía que sus Sensores pueden localizar y sus Herramientas capturar, pero que aún no ha sido almacenada.

La Energía Externa es un valor capital en la Evolución. Si es abundante, entonces los sistemas consumidores tendrán amplias posibilidades de prosperar. Podrán desarrollarse, e incluso podrán experimentar (y por lo tanto evolucionar). Si es escasa, entonces se verán obligados primordialmente a competir por ella. Será su única esperanza que llegue una mutación salvadora o que, por razones ajenas a ellos mismos, esa energía se renueve.

Otro factor más debe ser tenido en cuenta: la Energía Externa, pese a la importancia que tiene para el Sistema Vivo, no es un valor necesariamente conocido: la célula que desarrolla cilios para su desplazamiento, al poder acceder a nuevos nichos energéticos, incrementa su Energía Externa, lo cual repercute favorablemente en sus posibilidades de supervivencia. Pero la célula puede permanecer ignorante –de hecho así sucede- sobre a cuánta nueva energía puede acceder, o cuánta energía disponible le queda.

Podemos pensar: según esta definición, si mediante una acción continuada de los Sensores y Herramientas de captura podemos hacernos con esa energía, en realidad podemos considerarla nuestra, es decir, Energía Externa y Energía Almacenada son una misma cosa.

Lo que sucede es que, hasta ahora, hemos hablado de UN Sistema Vivo y sus características. Y lo que ocurre es que no habrá uno, sino múltiples sistemas vivos necesitados de esa energía para mantener su estructura. Y por tanto, detrás de ese nombre de apariencia tan simple, de esa sencilla circunferencia con que la representamos, detrás de esa Energía Externa, se esconde toda la complejidad de la lucha por la existencia.

Por si fuera poco, la Energía Externa, como hemos visto, no es un valor constante. Cualquier mutación en cualquier subsistema de cualquier Sistema Vivo puede hacer que esa energía cambie, crezca, se modifique, al hacer que algo que no era energía disponible pase a serlo. Cualquier forma de evolución, si provee de nueva energía o hace más eficiente a un sistema, es posible. Cuando a cualquiera de nosotros se nos ocurre una nueva idea, cuando introducimos un nuevo bien en el mercado, estamos transformando la Evolución.

Y aún más, la Energía Externa al sistema también puede modificarse por sí misma, por una modificación del entorno ajena por completo a la actividad del Sistema Vivo que la captura.

¿Cómo enfrentarnos a un problema tan complejo? Pese a todas las dificultades, trataremos de modelizarlo, pero recordando que en el modelo que ofrecemos cualquier variación, tanto de los agentes implicados como de la propia energía disponible, también mudable, hará que la descripción, excesivamente mecánica, se quede atrás, empequeñecida ante la complejidad de lo que nos rodea. Y, sin embargo, lo ofrecemos considerando que, *en promedio*, responde a la realidad. Con estas precauciones emprendemos la tarea.

9- FASES EXPANSIVAS Y FASES RECESIVAS.

Para realizar nuestro modelo utilizaremos una simplificación geométrica que nos permita visualizarlo. Consideraremos, para nuestros fines, que la Energía Externa al sistema tiene forma de un círculo en cuyo centro se encuentra el Sistema Vivo, que paulatinamente irá localizando esa energía y consumiéndola. La Energía Externa disponible, descontando la ya consumida, tendrá por lo tanto forma de corona circular. Comencemos.

Todo Sistema Vivo dispone, como hemos visto, de unos Sensores capaces de localizar la energía que necesita para su supervivencia. Estos Sensores tendrán un radio de acción determinado, al que denominaremos RS.

El sistema también dispondrá de unas Herramientas para capturar esa energía. Las Herramientas tendrán un radio RH. Este radio será inferior al radio de acción de los Sensores ya que, como hemos visto, la acción de las Herramientas de Captura más allá del radio de acción de los Sensores será ciega, no pudiendo su actividad ser controlada por el Sistema Decisor.

Pero existe otra variable, que contemplaremos ahora. Esta variable es RED, el radio de la Energía Externa Disponible.

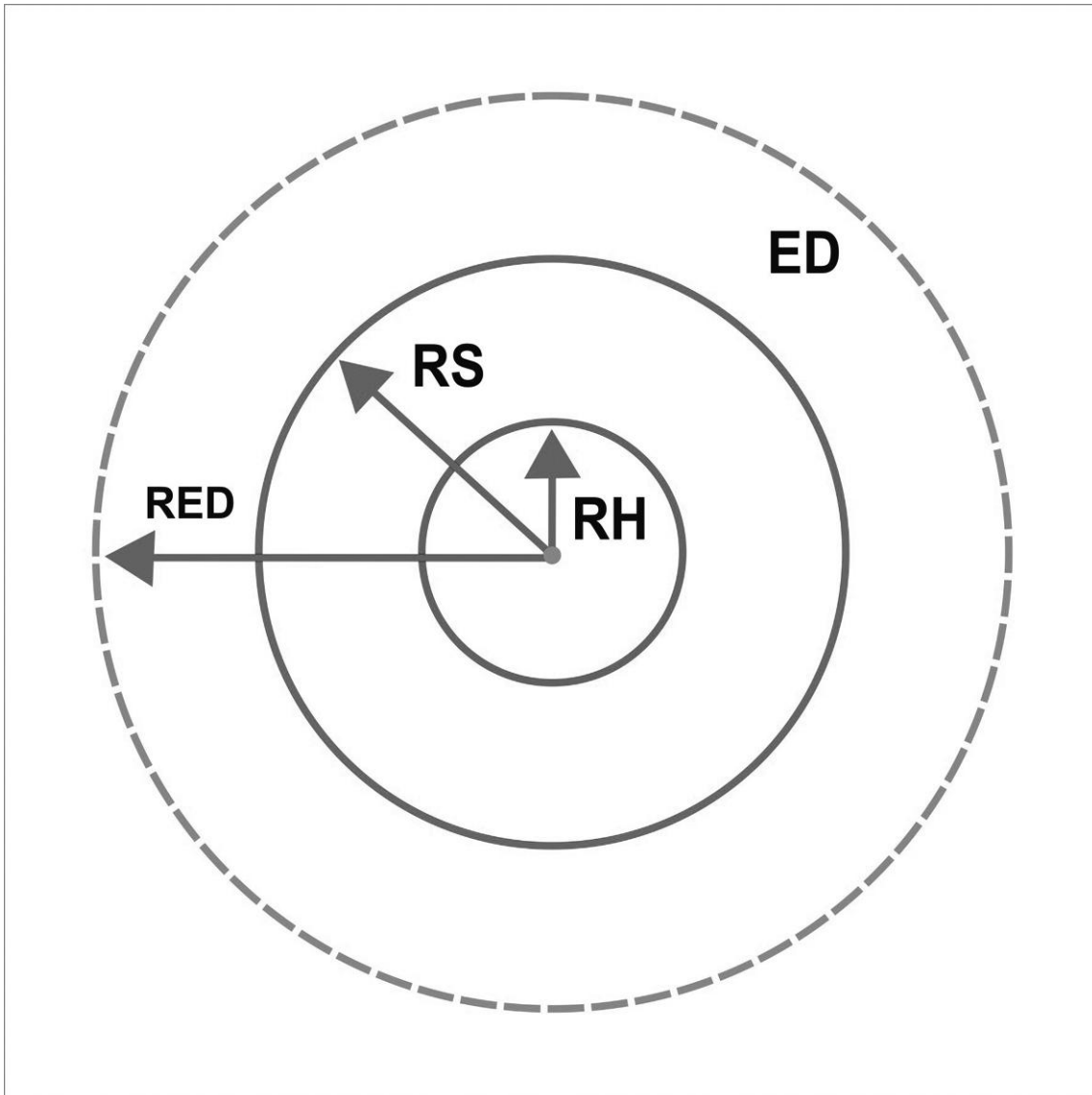


FIGURA- Podemos decir que el Sistema Vivo dispone de unos Sensores que le permiten localizar energía dentro de un radio RS, siendo la Energía Disponible de un radio RED. Como hemos visto, el Sistema Vivo dispondrá de unas Herramientas para capturar esa energía, con un radio de acción menor que el de los Sensores (un radio de acción de las Herramientas por encima del de los Sensores sería inútil, al no poder establecer retroalimentaciones con ellos).

Mientras el RED sea, como vemos en el esquema, mayor que el RS, al Sistema Vivo le resultará útil invertir –de forma consciente, o puramente aleatoria- en mejores Sensores, capaces de localizar más energía, y en Herramientas, capaces de capturarla. Con “de forma consciente o aleatoria” quiero decir que no es necesario que el sistema perciba que no ha localizado toda la Energía Disponible. Para que se produzca una evolución del sistema es suficiente con que éste invierta, aunque sea de forma ciega, aleatoria, en la mejora de sus Sensores, mediante mutaciones evolutivas.

Estos Sensores serán, en su mayoría, “exploradores”: descendientes que buscan nuevas fronteras geográficas, extendiendo la especie por todos aquellos lugares donde existe Energía Disponible.

Esta inversión, con la consiguiente localización de nueva energía, resultará premiada, y asociada a ella vendrá un incremento en el radio de acción de las Herramientas de Captura, incrementándose a su vez RH.

El Sistema Vivo “crecerá”, si entendemos por crecer alcanzar un mayor nivel de localización y captura energética. Este crecimiento puede tener lugar en el mismo Sistema Vivo o a través de oportunidades abundantes para el mantenimiento de su descendencia. Se premiará a los descendientes cuyos Sensores sean mejores, y sus Herramientas de Captura energética más precisas y eficientes. En los Sistemas Sociales se verán también premiadas las mejoras en el Sistema Metabólico que permitan transformar y distribuir energía con un radio de acción más amplio.

Como consecuencia de esta evolución, el radio de acción de los Sensores, RS, y el de las Herramientas, RH, irá creciendo paulatinamente.

Denominaremos a estas fases, en las cuales la Energía Disponible restante se presenta como abundante, FASES EXPANSIVAS. Las Fases Expansivas serán entonces buenas oportunidades tanto para el desarrollo de nuevos y mejores Sensores y Herramientas como para la abundancia en la descendencia. Procedimientos todos ellos relacionados, como hemos visto, con las Herramientas de Inversión. Esta abundancia, tanto en la Energía Disponible como en la descendencia, se producirá en un entorno que facilita la supervivencia de los “errores de inversión”, mutaciones que sobreviven en ese entorno propicio para su supervivencia.

Y este último es un elemento de gran importancia en las fases expansivas: la mayor probabilidad de supervivencia de las mutaciones incrementa a su vez la probabilidad de localizar nuevos nichos energéticos a través de nuevas mutaciones. Dinero llama a dinero, dice el refrán, y de este modo lo constatamos. La Evolución se convierte así en un juego en el que, si toca la lotería energética, aumentan las posibilidades de que vuelva a tocar en el futuro (a través de la descendencia). No solamente por el trato favorable que reciben las mutaciones aleatorias, sino porque se están conquistando nichos energéticos que le serán vetados a otras especies que traten de acceder a ellos posteriormente. En otras palabras, *la innovación se retroalimenta*.

No obstante, las Herramientas de Inversión biológicas (la descendencia) no dejan por ello de ser aleatorias, con lo cual es el azar, a lo largo de la historia de la biología, el que hace que podamos encontrar ramas especialmente afortunadas y otras que no lo son tanto.

Pero dado que hablamos de azar, siempre puede suceder que lo bueno se acabe, hecho que anunció Malthus y del que tan buena nota tomó Darwin. La energía sin restricciones así descrita permitirá un veloz crecimiento, y el resultado, antes o después, para muchas especies, incluso las ganadoras de esa lotería en alguna ocasión, será que el radio de acción de los Sensores, RS, alcanzará al radio de la Energía Disponible, RED. Y tras él se acercará, cumpliendo su misión, el radio de acción de las Herramientas de Captura.

La consecuencia será la limitación energética. La energía disponible, antes tan abundante, comenzará a escasear...

¿Qué sucederá entonces?

10- LA COMPETENCIA POR LA ENERGÍA DISPONIBLE

Hasta ahora hemos considerado la evolución de un sistema, al que denominamos vivo -independientemente de que su base sea biológica o no-, en función de la localización y consumo de nuevas energías. Hemos determinado que está formado por diferentes subsistemas, y los hemos descrito.

Pero un sistema no se encuentra aislado. Por muchos motivos, entre ellos la abundancia en la descendencia propiciada por la Fase Expansiva, cuando la limitación energética llegue, múltiples sistemas vivos se encontrarán en pugna por esa Energía Disponible que comienza a escasear.

Por lo tanto, el esquema anterior, en el cual veíamos crecer a un sistema vivo, estará mejor representado según este modelo:

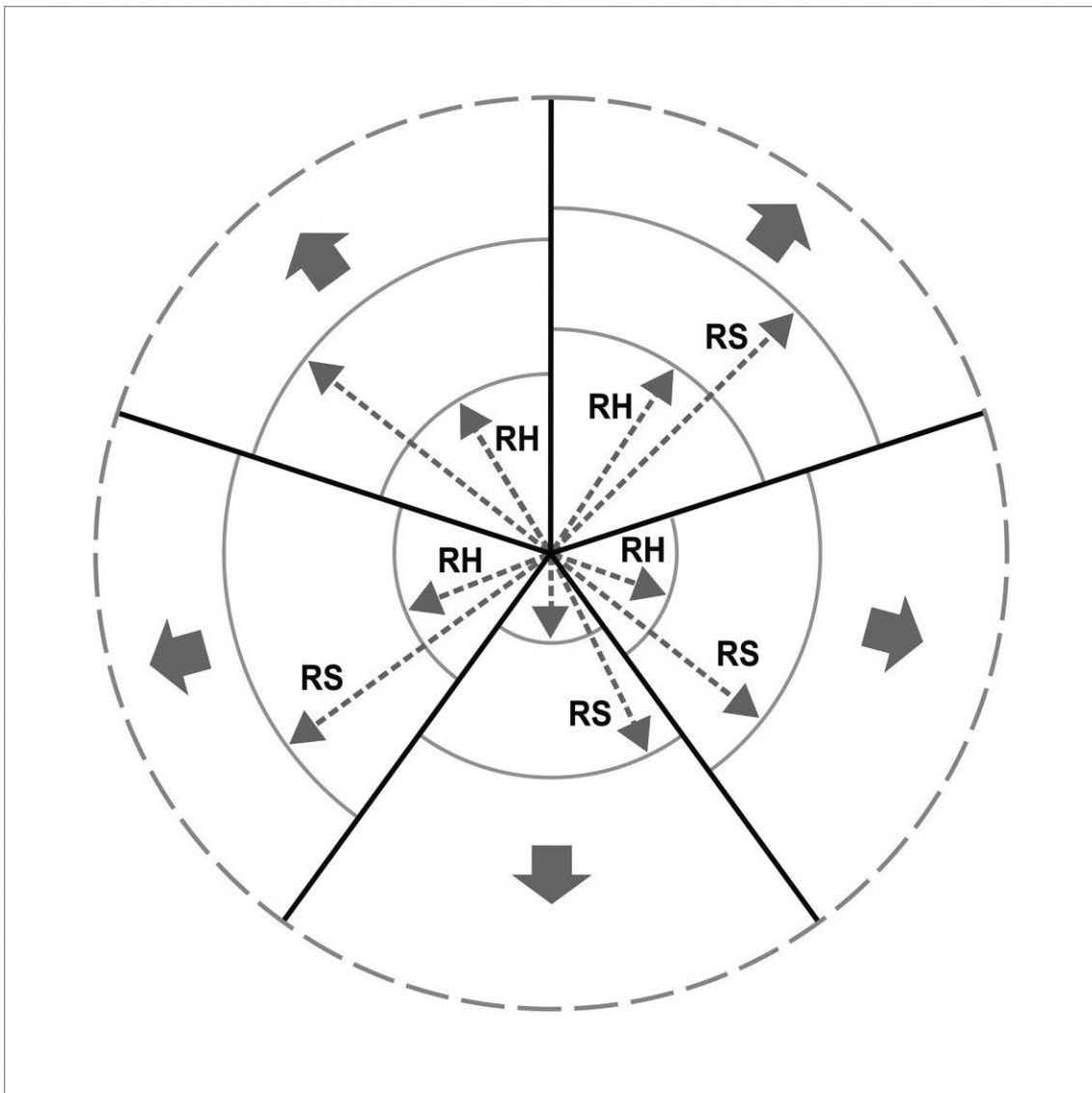


Figura: No hay un único sistema consumiendo la Energía Disponible, sino un conjunto de ellos.

Habíamos visto que las Fases Expansivas se caracterizaban por la rentabilidad de las Herramientas de Inversión y por una descendencia abundante y en la que cabían “errores genéticos”, mutaciones que en ese entorno favorable encontraban oportunidades de supervivencia.

¿Pero qué sucederá si, tras esta fase que hemos denominado expansiva, la Energía Externa comienza a escasear? Parece evidente que los Sistemas Vivos que compiten por esa energía no actuarán de la misma forma cuando sea abundante o cuando sea escasa.

Mientras el RED era grande, los diferentes sistemas vivos podían crecer consumiendo más energía. Sin “molestar”, digamos, a sus vecinos. O, dicho más precisamente, sin necesidad de competir con ellos por esa energía.

Pero este incremento en el crecimiento en la capacidad de consumo, en el incremento de la eficiencia de Sensores y Herramientas, y, si estamos hablando de Sistemas Vivos Biológicos, en el número de sistemas capaces de acceder a ese nicho energético, tendrá un límite, el marcado por la ENERGÍA DISPONIBLE RESTANTE. Como el nicho energético no tiene por qué crecer a ese ritmo, llegará un momento en que esa energía, antes tan abundante, deje de serlo. El mercado se habrá saturado. Habrá entrado en una FASE RECESIVA.

Será entonces el momento de aquellos sistemas que, callada pero persistentemente, y sin descuidar su mejora en Sensores, Herramientas de Captura e Inversión, en un Sistema Metabólico y un Decisor más eficientes, hayan, paralelamente, invertido en *Herramientas de Ataque*. Herramientas, como hemos definido, destinadas no a la captura energética, sino a impedir que otros accedan a esa captura.

Repentinamente, lo más interesante para seguir creciendo no será mejorar los Sensores, puesto que la Energía Disponible ha sido ya localizada. El problema ahora ya no será la habilidad en el consumo energético, sino el hecho de que mi vecino estará consumiendo una energía que yo también necesito...

Lo más interesante ahora será de disponer de buenas Herramientas de Ataque. Herramientas, como hemos definido, no capaces de consumir energía, pero sí capaces de evitar que OTROS consuman esa energía. No nos referimos exclusivamente a picos o garras. En una concentración de plantas que optan a acceder a luz solar, la longitud del tallo será una variable crítica. Esa variable será, en ese caso, la Herramienta de Ataque, caracterizada no por hacer a la planta más apta para la localización energética –la forma de sus hojas, la precisión de su Sistema Metabólico, se vuelven secundarios-, sino por permitirle acceder a una energía que veda a sus competidoras.

Y hay aún otra Herramienta de Ataque más: el atractivo sexual, el conjunto de rasgos o características que hacen que un Sistema Vivo sea preferido a otros en los procesos reproductivos.

Partirán con ventaja aquellos que en los buenos tiempos, en los tiempos de la abundancia, no descuidaron esta inversión. Aunque estamos utilizando esta expresión para hablar de un proceso que fue, la igual que el resto de evoluciones, completamente ciego, puesto que los sistemas implicados no tenían conciencia de que la limitación energética iba a llegar.

Vemos, por tanto, que la forma de crecer, cuando el nicho energético ha sido localizado, es evitando el consumo de la Energía Limitada Restante por parte de otros sistemas. Y una vez más hemos de recalcar que para que esto suceda los sistemas implicados no necesitan tener una “imagen de conjunto”, como la que aquí se ofrece, sino que la aparición de la limitación energética simplemente premiará esta evolución.

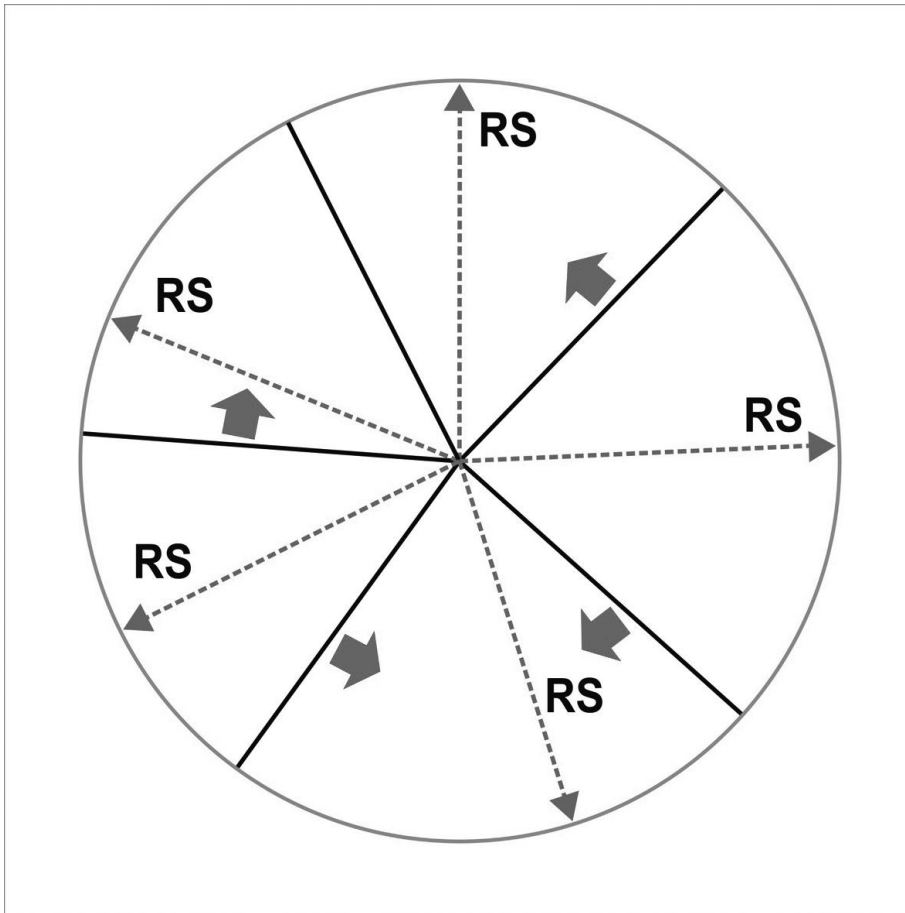


Figura: Pero antes o después, tras una fase de crecimiento, los sistemas localizan los límites de la Energía Disponible. En ese momento, su única posibilidad de crecer consiste en impedir que otros sistemas continúen capturando energía. Habrán entrado en una Fase Recesiva.

La limitación energética recién aparecida tendrá como consecuencia la priorización evolutiva de los sistemas con poderosas Herramientas de Ataque. Premiará los mayores picos y garras, las plantas más altas, que impidan el acceso a la luz a otras, el mayor atractivo sexual. Y este criterio se impondrá al de aquellos sistemas que hayan desarrollado nuevos y excelentes Sensores, o Herramientas, o a aquellos que sean capaces de exprimir mejor que nadie la energía consumida (que hayan optimizado su Sistema Metabólico).

La evolución ya no será tanto individual. Se centrará en los aspectos más relacionados con el control de la energía disponible, dejando de lado la experimentación en la búsqueda de nuevas energías. *Si no te toca la lotería de la innovación será, por lo tanto, cada vez más difícil que te toque.*

Si hablamos de sistemas biológicos, la forma más adecuada de impedir el acceso energético del resto de sistemas vivos, la forma definitiva, es la de impedirles la reproducción. Imponer la propia descendencia.

Si imaginamos este supuesto aplicado a una comunidad lo suficientemente pequeña podrá surgir la figura del macho dominante, el macho alfa, que se caracterizará por ser capaz de impedir a otros sistemas el acceso a la Energía Disponible. Mientras las fases expansivas ofrecían oportunidades individuales las recesivas generan arquitecturas –sistemas vivos- sociales.

En general podemos hablar de las Fases Expansivas como “democráticas”, entendiendo democracia como la posibilidad de acceso a energía de forma independiente por cada uno de los individuos, y de las Recesivas como “tiránicas”, en las cuales la limitación energética genera una pirámide de poder. La aparición del macho alfa será una manifestación de esa recesión.

Si nos referimos a comunidades grandes, y si vemos ahora el círculo de energía externa como una *representación geográfica*, lo que sucederá es que *las mutaciones más favorables* según el criterio descrito, es decir, más capaces de localización y captura energética logrados en la Fase Expansiva pero, ahora también, con mejores Herramientas de ataque, utilizadas durante la Fase Recesiva, comenzarán a imponerse, a través de su descendencia, *en distintos lugares*, pero no ya a título individual, sino Social. Estas mutaciones pueden discriminarse por actividades aparentemente irrelevantes (pequeñas diferencias en el ritual de apareamiento pueden ser suficientes), pero lo realmente importante no es ese ritual, sino su capacidad de discriminar cuál de los individuos que lo practican puede impedirle al otro el acceso al alimento. Tras múltiples generaciones, esa separación efectiva podrá llegar al punto de que los distintos grupos dejen de ser interfecundos, produciéndose la especiación, y con ella la diversidad que caracteriza nuestros ecosistemas.

Naturalmente que el ciclo no tiene por qué producirse de forma completa. Cualquiera de los participantes en el juego puede, en cualquier momento, producir una innovación que le permita acceder a *nuevos nichos energéticos*, redefinir su Energía Externa. Mientras algunos permanecen en una fase recesiva, de progresivo estancamiento, otros pueden localizar y extenderse por nuevas *dimensiones energéticas* invisibles, o inaccesibles, para el resto. En el proceso mostrado en nuestro esquema, con una Energía Externa representada en dos dimensiones, algunos sistemas accederían y se desarrollarían en una dimensión perpendicular a ellas, invisible para el resto de los “planilandeses”.

Esas nuevas dimensiones, alcanzadas por una transformación de los Sensores, de las Herramientas de Captura y del Sistema Metabólico, los sistemas, algún día, olvidarán la energía que inicialmente les permitió subsistir. Y de esas dimensiones surgirán otras, y de estas otras, *creando realidad*. Y en cada una de ellas la energía en disputa aparecerá, inicialmente, como abundante, permitiendo una Fase Expansiva y generando una explosión de consumo energético que dará paso, antes o después, a una Fase Recesiva. Pero, tomadas en un momento determinado del proceso, no todas las especies tienen idénticas perspectivas de futuro: aquellas que provienen de un tronco al que le ha tocado la lotería energética en más ocasiones, y alguna de cuyas subespecies se encuentra en Fase Recesiva tienen, a su vez, más posibilidades de que les toque la lotería en el futuro.

Podemos resumir diciendo que en las Fases Expansivas se premiará en promedio la evolución tanto en los Sensores capaces de localizar más energía como en las Herramientas capaces de capturarla. Además, la abundancia energética permite la expansión en el número de sistemas capaces de capturar esa energía, y la independencia energética de cada sistema. La limitación energética marca el comienzo de una Fase Recesiva, caracterizada por frenar el número de sistemas que pueden optar a esa energía limitada, y premia el desarrollo de Herramientas de Ataque, destinadas a impedir que otros sistemas accedan a esa energía. Propicia así estructuras piramidales. En los Sistemas Vivos Biológicos generará la aparición de individuos dominantes, capaces por su mayor capacidad de ataque a otros congéneres de impedir su acceso a la energía y, eventualmente, de impedir su reproducción.

Recordemos que hablamos siempre en promedio. Cualquier Sistema Vivo, en cualquier nivel, puede mutar azarosamente localizando un nuevo nicho energético. Tanto en una Fase Expansiva como en una Recesiva. Pero lo más probable es que esto suceda en tiempos en los que esa experimentación esté arropada por un entorno favorable, abundante en recursos. Y también lo más probable es que cuando esos recursos se vuelvan escasos, lo que determine la supervivencia sea la capacidad de impedir que otros accedan a ellos y la evolución, progresivamente, se ralentice. Aún más si tenemos en cuenta que sus futuros accesos energéticos potenciales ya habrán sido copados, probablemente, por otras especies.

Dentro de este proceso la evolución de los Decisores permite el acceso más eficiente, acelerado, a la Energía Disponible. Un acceso progresivamente activo, a medida que el Sistema Vivo se hace más consciente de una limitación energética y de las ventajas de buscar nueva energía respecto a

las de competir por la energía restante. Veremos más adelante que la evolución en la capacidad de modelización generará en los humanos, de hecho, un salto. El acceso a una nueva Era Evolutiva.

Pero para llegar a ese instante efectuemos un salto sin red. Pasemos de la Biología a la Historia.

CAPÍTULO 8: HACIA EL FUTURO

1- LA HISTORIA COMO FASES EXPANSIVAS Y RECESIVAS.

Hablemos de Historia. Pero no lo haremos revisando los acontecimientos que han tenido lugar en el pasado y que han determinado el estado presente de las cosas. Vamos a proceder de otra forma: vamos a inventar nuestra propia “Historia”.

Érase una vez... una tribu humana. La primera. La identificamos como tal porque ha desarrollado nuevas armas, externas a su cuerpo, cuya tecnología es capaz de transmitir de generación en generación. Dispone de unas Herramientas de Captura (la azada, la lanza) que ninguna otra especie posee.

También ha controlado el fuego y utiliza pieles para proteger su cuerpo - Herramientas Homeostáticas-. Y ha desarrollado una lengua –un canal de información- que le permite organizarse en sistemas sociales mucho más numerosos que la mayoría de las especies. Mucho más numerosos, en todo caso, que cualquier especie de su tamaño corporal.

También ha sido capaz de extraer de la tierra, regularmente, un aporte energético.

Esa tribu se ha asentado en un determinado punto de la tierra. Un gran valle. Y ha crecido ocupándolo entero, hasta encontrar los límites de las altas montañas que lo circundan.

Mientras sucesivas generaciones iban ocupando en el gran valle nuevas tierras, nadie protestaba. Pero cuando el valle fue completamente ocupado, comenzaron los problemas. Los individuos, acostumbrados a tener una descendencia abundante que encontraba y ocupaba sin dificultades los nuevos terrenos necesarios para su supervivencia, se encontraban de repente con que su descendencia ya no tenía a dónde ir.

Entra otro elemento en juego: el desarrollo tecnológico había sido muy grande. Abismal, si se compara con el de cualquier otra especie. El uso de cada nueva invención se había extendido, además, muy rápidamente. Pero *entre cada invento y el siguiente habían transcurrido muchas generaciones*. Consiguientemente, para la mayoría de esas generaciones, el mundo se aparecía ante sus ojos de un cierto modo y, tras vivir en él, lo abandonaban tal como lo habían encontrado. Por lo tanto, para cada uno de los miembros de esa especie, la tierra –y aquí utilizaremos una expresión repetiremos, más adelante, en otro contexto- *producía lo que producía*, y

no se esperaba que produjera más. Por lo tanto, los habitantes de ese valle que se había quedado pequeño sólo tenían dos opciones: dividir la tierra de sus progenitores en parcelas cada vez más pequeñas, o tratar de arrebatar la tierra a sus vecinos.

Algunos optaron por repartir la tierra entre sus descendientes, pero entre todas las familias había algunas que habían disfrutado utilizando las herramientas de caza para practicar la lucha entre ellos. Generación tras generación fueron mejorando sus técnicas. Observaron que otros no habían hecho lo mismo, y comprendieron que había llegado el momento de aplicarlas. Pero no ya para el juego, sino para la conquista de las tierras de sus vecinos. Y así pasaron a dominar una parte cada vez más extensa del valle.

Pronto descubrieron que lo que más les interesaba no era tanto poseer esas tierras como hacer trabajar en ellas a los vecinos, a los que comenzaron a considerar súbditos, exigiéndoles un porcentaje de los frutos obtenidos. En pocas generaciones la familia pasó a considerarse la dueña del valle.

Pero para los desheredados aún había una última opción: tratar de escalar las altas montañas que les rodeaban, y ver qué había más allá. Encontrar, quizás, nuevas tierras.

Detrás de ese valle, según descubrieron, había otro. Y más allá una gran llanura, rodeada de bosques que daban paso a desiertos. Y más allá aún, una extensión de agua tan grande que se perdía en el horizonte. Y una tras otra todas las tierras fueron exploradas, dominadas, habitadas. En todas tenía lugar el mismo proceso: tras el descubrimiento acudían los desheredados de otras tierras, ocupaban nuevos espacios, prosperaban, hasta que el nuevo nicho se llenaba. Algunos habitantes buscaban otros nichos, pero en algunos casos no había un “más allá”. Algún obstáculo natural impedía seguir avanzando. Y entonces la lucha por la posesión se volvía brutal, y las diferencias entre amos y súbditos se mostraba en toda su crudeza, sin escape posible.

De este modo, toda la superficie de la Tierra fue conquistada. Ya no había más lugares a los que ir. Pero el problema permanecía, y era el siguiente: la tierra producía lo que producía, y no se esperaba que produjera más.

Algo había cambiado, sin embargo: la batalla por la tierra dejó de ser una lucha entre colonos, y pasó a serlo entre tribus.

Una de ellas descubrió que, en sus dominios, se encontraba una gran mina de hierro. Sólo necesitaba convertir esa energía en accesible mediante unas Herramientas de Captura apropiadas. Y cuando esas herramientas llegaron pudo construir muchas armas, lo que propició la invención del ejército, una organización que les permitió expoliar a sus vecinos e implantar sus propios colonos –entre ellos, los propios miembros del ejército-, a los que regaló una parte de las tierras conquistadas. La tribu se había convertido en imperio.

Pero aún el imperio encontró sus límites. Creció y creció, pero un día descubrió que, más allá de esos límites, había un mar. O bien otro imperio, tan grande como el suyo, ante el cual no podía avanzar.

También en ese imperio, mientras fue creciendo, las tierras se repartieron. Pero cuando encontró sus límites el valor de esas tierras, al igual que había sucedido en el primer valle, también cambió. El imperio dejó de invertir en Sensores –exploradores- que buscasen nuevas tierras, pues se había comprobado que no había nuevas tierras que conquistar. Y dejó de enviar su ejército a las fronteras, pues ahora lo más importante era controlar lo conquistado. El ejército se había convertido en policía.

Claro que, como el imperio era tan grande, era imposible controlarlo todo, así que en cada zona fueron surgiendo reinos, y gran parte de los conocimientos que ese imperio había acumulado –Herramientas Metabólicas como el comercio, Homeostáticas como cultura, justicia, sanidad- se perdieron. Mientras el reino se expandía una cierta moral, un espíritu de progreso, tenían sentido. El mañana se presentaba como más próspero que el hoy, y eso ayudaba a mantener el optimismo de todos los que de él se beneficiaban. Pero la aparición de un límite geográfico dio al traste con ese modelo...

Dejemos aquí esta historia, por el momento, y hablemos de por qué la hemos contado: si recuerdan aproximadamente lo que decíamos al hablar de la disputa por la energía externa verán que lo descrito no es otra cosa que una sucesión, según hemos definido, de fases expansivas y recesivas.

Una Fase Expansiva, decíamos, se produce cuando los sensores no han descubierto toda la Energía Externa disponible y, ahora podemos añadir, da igual que se trate de sistemas biológicos, tribus e incluso imperios. Mientras esa Fase Expansiva se mantenga, invertirán en sensores, referidos en los dos últimos casos a exploradores que descubran nuevas tierras. Y mientras esas nuevas tierras sigan apareciendo invertirán en Herramientas

de Captura –por ejemplo, azadas-, y recibirán con entusiasmo mejoras en su Sistema Metabólico –en la elaboración de los productos obtenidos, en su distribución en mercados-, en Herramientas de Inversión –mejoras en la comunicación entre distintos productores-. Incluso en justicia y medicina, en la medida de sus posibilidades y desarrollo. Cada uno cuidará de su tierra y procurará, si es posible, obtener otras.

Pero un día los exploradores llegan a un límite que no pueden traspasar. Y ese cambio, que parece que sólo se hará notar en los lejanos confines del imperio, tendrá importantes repercusiones en cada casa. Los herederos ya no pueden apuntarse en el ejército e ir a nuevas tierras, tienen que repartirse las que hay. Tener muchos hijos deja de ser una bendición. Todo el mundo empieza a mirar las tierras del vecino y, de repente, más importante que tener buenas azadas –herramientas de captura energética-, empieza a serlo tener caballos y espadas –herramientas de ataque- con los cuales sojuzgar a esos vecinos y arrebatárselos sus tierras. Como vimos, el ejército, que antes patrullaba las fronteras, se transformará en policía. Finalmente, un único individuo se hará dueño de todo el territorio o, si es excesivamente grande –el tamaño se medirá no sólo en distancias, sino según el tiempo necesario para recorrer esas distancias en función de los medios de locomoción disponibles-, la tribu, o el imperio, se dividirán. El futuro, que antes se miraba con optimismo, será para la mayoría de la población más oscuro de día en día. Aumentarán las desigualdades sociales: la riqueza, antes más repartida, se concentrará en unos pocos, mientras la miseria envolverá a la mayoría. Incluso la Justicia, defensora en la fase expansiva de los derechos de la mayoría, se transformará para justificar la nueva distribución social, poniéndose al servicio del poderoso. La moral, en su sentido más extenso, será diferente en las fases expansivas y en las recesivas.

Animales, tribus e imperios, costumbres, usos y morales dependían de la localización de energía *externa* al sistema. Pero este concepto no es suficiente: esa Energía Externa podía tener una apariencia ilimitada, o limitada. Y el comportamiento de esos sistemas vivos dependía de ello.

El primer colono del primer valle extraía regularmente una energía de la tierra. Había años buenos y malos, aunque el colono sabía, en promedio, cuánta energía podía obtener de esa tierra. Sus sensores –y su capacidad de modelización- le permitían predecir, aproximadamente, la energía que podía esperar obtener de su propiedad. Sus sensores, por lo tanto, habían localizado la energía disponible, que se aparecía como limitada.

Como el valle era grande el colono sabía que, llegado el momento, sus hijos podrían ocupar otra tierra. Y los hijos de éstos, otra. Y que así

podrían seguir durante generaciones, por mucho más tiempo del que el colono, atareado día y noche, podía llegar a imaginar (a Modelizar). Por lo tanto el colono tenía una percepción de la Energía Disponible como ilimitada.

Llegado el momento en el que el valle entero fue ocupado, las circunstancias cambiaron: la tierra seguía produciendo energía, la misma energía. Pero esta energía había pasado a ser limitada.

La misma o parecida historia podríamos contar si hablamos del imperio. Los exploradores imperiales, según iban avanzando, localizaban nuevas tierras, pero no había mapas que seguir. Ignoraban si, un poco más allá, encontrarían una enorme cordillera o una llanura fértil e interminable. Cada paso que daban permitía al imperio considerar su energía como ilimitada. El radio de los sensores, RS, no alcanzaba, como hemos visto, el radio RED de la energía disponible. Hasta que un día no hubo más tierras que conquistar.

Como conclusión, vemos que podemos hablar de fases expansivas y recesivas, con sus características asociadas, hablemos tanto de especies animales, tribus o imperios. Sin embargo, hay una diferencia. Los colonos, ya en el primer valle, antes incluso de haberlo ocupado por completo, observaron que las montañas estaban cada vez más cerca y dedujeron que, antes o después, la tierra disponible se iba a acabar. Así que la lucha por la tierra comenzó, en realidad, mucho antes de que la tierra fuera completamente ocupada. Cada uno de ellos había sido capaz de hacer *un modelo* de la energía futura accesible, lo que transformó las reglas del juego. Pero para analizar esto necesitamos recuperar de nuevo una perspectiva de la evolución en su conjunto.

2- ¿HAY UNA TELEOLOGÍA –UN FIN- EN LA EVOLUCIÓN?

Un elemento muy interesante de lo expuesto hasta ahora es que cada modificación, cada mutación azarosa, ha sido no solamente aleatoria, sino también ciega, en el caso de ser favorable, ante la nueva energía que localizaba. ¿Qué quiere decir esto? Que tanto las fases expansivas descritas como las recesivas han tenido lugar sin que los sistemas vivos implicados fueran conscientes de las implicaciones de la abundancia ni, en su caso, de la limitación energética.

Cuando la Energía Disponible era abundante los sistemas vivos podían desarrollar nuevos sensores y herramientas. Esto tuvo lugar, en los sistemas vivos biológicos, a través de la descendencia (a la que hemos definido como una Herramienta de Inversión de un Sistema Vivo, que le permite continuar capturando energía a través de sus sucesores). La descendencia sufría modificaciones aleatorias respecto al ser vivo procreador, modificaciones que, en algunos casos, podían significar mejoras en alguno de sus subsistemas. Esto no tenía por qué suceder en un solo paso, sino que podía requerir múltiples generaciones de individuos para que la mutación pasase a ser realmente beneficiosa. Será, como hemos visto, la abundancia energética, y no la escasez, la que facilite que estas mutaciones, sin beneficio directo, puedan reproducirse a su vez en múltiples ocasiones hasta que alguna de ellas dé finalmente con una solución más eficaz en la captura energética (o en su procesamiento). Pero los sistemas vivos portadores de estas evoluciones, hablemos de las intermedias o de las finales, no eran conscientes de ninguno de los aspectos que ahora describimos. No eran conscientes de su mejora, no eran conscientes del estado menos evolucionado de sus predecesores, y no eran conscientes tampoco de lo que su mejora, en el caso de que permitiese el acceso a más energía, suponía.

Llegada una limitación energética, los procesos de concentración y de supervivencia de aquellos sistemas vivos más aptos para competir con otros sistemas de la misma especie tampoco tenían lugar de forma consciente. Simplemente los más aptos, definidos aquí no como los más adaptados al medio sino como los más capacitados para impedir a la competencia el acceso a la energía, sobrevivían.

A todo esto nos referimos al afirmar que no hay una teleología en el proceso evolutivo: al hecho de que todo el proceso ha sido ciego.

Pero una vez dicho esto afirmaremos, una vez más, como ya hemos hecho otras veces a lo largo de este libro, que ésta es solamente una parte de la verdad. Analizaremos ahora de nuevo este proceso desde una particular perspectiva que, creo, nos deparará una sorpresa interesante.

Hemos visto que los sistemas vivos evolucionan mediante la transformación ciega de sus sensores, herramientas de captura energética, Sistema Metabólico, Sistema Decisor o, en ciertos casos, una conjunción de todos ellos. También mediante la evolución de sus Herramientas de Inversión, homeostáticas o de Ataque. Hemos visto que la evolución de los decisores, es decir, la evolución de los ritmos más adecuados de entrega energética a sensores y herramientas en cada momento, resultó ser un factor clave en esa evolución. Veremos ahora si la evolución de los decisores puede ofrecernos alguna luz, nada menos, no sólo sobre la propia evolución, sino también sobre el hecho de si debemos reconsiderar la posible existencia de una teleología, un fin último, en ella.

3- LA EVOLUCIÓN DE LOS DECISORES: HACIA UNA DESCRIPCIÓN TELEOLÓGICA DE LA EVOLUCIÓN

La primera de las evoluciones que hemos visto asociadas a los decisores consistió en la retroalimentación con sus sensores y herramientas. Los decisores ya no se limitaban a entregar información –órdenes- al resto de subsistemas, sino que recibían a su vez información de éstos, lo que suponía, al emprender una acción energética, la posibilidad de corregir, a lo largo de la misma, la propia acción, aumentando de este modo su eficiencia.

Esto, como hemos visto, significó una importante mejora en la eficiencia de los sistemas vivos que disponían de esta retroalimentación, y por tanto incrementó sus probabilidades de supervivencia. Por lo tanto, podemos decir que la retroalimentación supuso una mejora “necesaria” en la lucha por la vida.

Pero, ¿significó la retroalimentación del Decisor alguna diferencia respecto a nuestro objeto de análisis, es decir, cambió en algo esta nueva habilidad la ceguera evolutiva que estamos describiendo? No. La existencia de retroalimentación entre sensores y herramientas permitió una mayor eficiencia en la captura energética, pero no ofreció mejoras respecto a la elección de futuros nichos energéticos, que permaneció tan impredecible como antes de la existencia de las retroalimentaciones.

¿Podemos decir lo mismo respecto las siguientes fases evolutivas de los decisores? Éstas eran las referidas a la incorporación de memoria de las capturas energéticas realizadas, lo que permitió, como vimos, una nueva eficiencia en los sistemas, y el aprendizaje, sea genético o ambiental.

Aparentemente, este aprendizaje de las acciones energéticamente más rentables siguió sin cambiar el hecho de que la evolución seguía siendo ciega. Efectivamente, los sistemas vivos dotados de memoria y aprendizaje encontraron mayores oportunidades de supervivencia –aprendieron a realizar esfuerzos energéticos cuando la rentabilidad era alta, y no de manera aleatoria-, pero este incremento en su eficiencia no cambiaba el hecho de que sus esfuerzos se dirigían hacia nichos energéticos que no eran capaces de evaluar en su conjunto. Es decir, los sistemas vivos implicados, aún con la incorporación del aprendizaje de acciones energéticas favorables, e incluso con la memoria de este aprendizaje, siguieron ciegos

al hecho de su situación energética. Y, por lo tanto, la evolución continuó premiando a algunos sistemas que cumplían ciertas condiciones, pero sin que éstos pudiesen o intentasen siquiera predeterminar quiénes eran los elegidos. Esta fase, en la que podemos incluir a todas las especies animales, incluso a aquellas que, según nuestra definición, disponían de sistemas decisores más evolucionados, siguió siendo ciega desde un punto de vista teleológico.

Ahora bien: la incorporación del aprendizaje ofreció ya una primera característica original, EMERGENTE. Un sistema vivo con aprendizaje de experiencias anteriores podía elegir no solamente entre emprender o no una captura energética, sino también entre emprenderla o huir. Y, no menos importante, un sistema vivo dotado de memoria de accesos energéticos podía ELEGIR buscar un nuevo nicho energético cuando aquel al que tenía acceso habitual estaba cubierto.

Conscientemente o no, la capacidad de aprendizaje de experiencias anteriores significó la BÚSQUEDA ACTIVA DE NUEVOS NICHOS ENERGÉTICOS, y con ello una aceleración de la evolución. Hasta que esta capacidad emergió, la búsqueda de nuevos nichos energéticos tenía lugar de forma estrictamente azarosa. Con la aparición de la memoria, los sistemas vivos fueron capaces, paulatinamente, de ejercer una CAPACIDAD DE SELECCIÓN a la hora de realizar nuevas inversiones energéticas. Esto es, de determinar si una inversión tenía, a la luz de experiencias anteriores, posibilidad de éxito, y evitarla de no ser así. Y, por consiguiente, de intentar esa inversión en otro terreno.

Mediante esta nueva capacidad, que sustituía al simple ensayo y error, los sistemas vivos biológicos podían aprender y buscar nuevos nichos energéticos adyacentes. Y ya no mediante la descendencia con mutación, sino que un mismo sistema vivo podía buscar una, e incluso varias fronteras energéticas.

De aquí obtenemos una conclusión inmediata, como hemos dicho, y es que la evolución se fue acelerando cada vez más, pero estábamos tratando de dilucidar si la evolución era o no era ciega. ¿Sirvió el aprendizaje y la memoria de experiencias energéticas anteriores para que la evolución dejara de ser ciega?

La respuesta es, una vez más... no: cada sistema vivo implicado podía perseguir una mejora de su situación individual, pero no era consciente de vivir o no una circunstancia de abundancia o escasez energética. Simplemente, reaccionaba ante una u otra circunstancia.

Pero hemos visto, al analizar la evolución de los decisores, que había al menos un nivel más, otro paso evolutivo que suponía nuevas ventajas energéticas. Aquél en el cual el sistema vivo implicado aprende a percibir no sólo éxitos o fracasos en el consumo, sino también, partiendo de estos acontecimientos, tendencias. Esto es, ritmos de consumo propios y ritmos de evolución en el nicho energético. Y aprende a tomar decisiones en función de estos datos.

Es aquí cuando la “ceguera” evolutiva comienza a hacerse menos cierta.

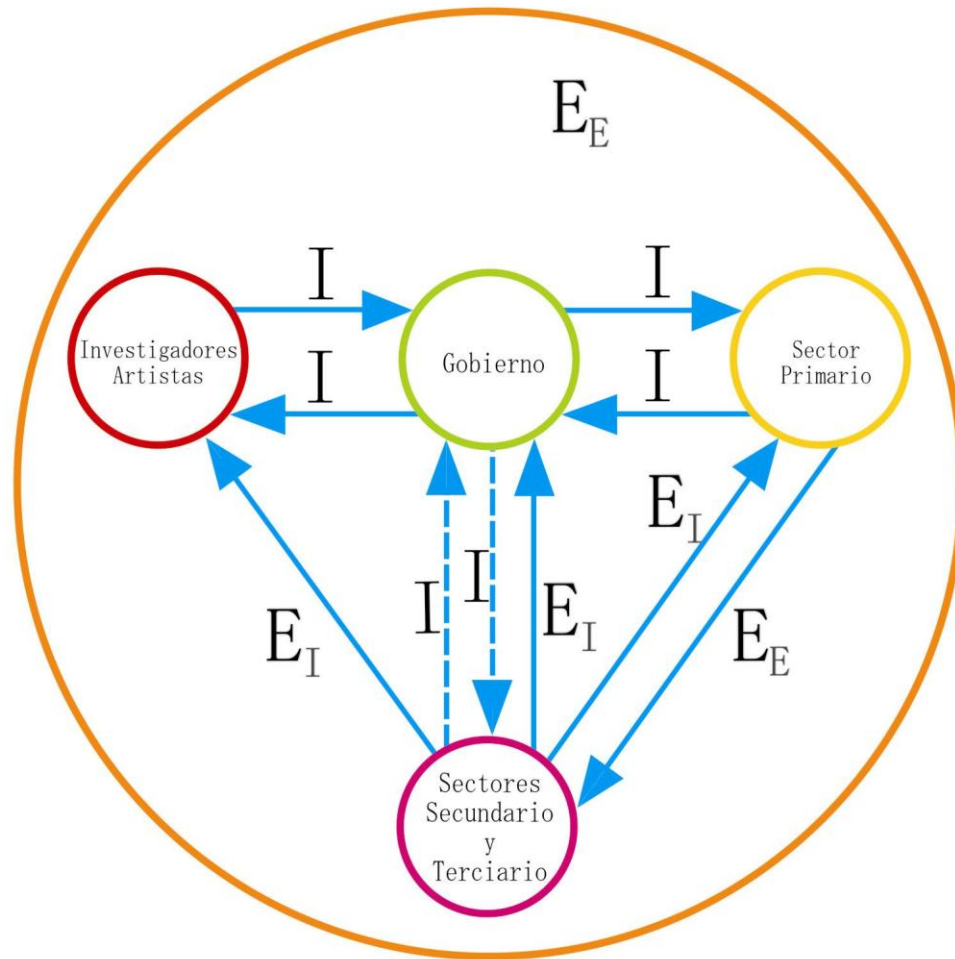
4- LOS HUMANOS Y LA GUERRA RACIONAL

Hemos llegado a la quinta evolución del Sistema Decisor: el Sistema Vivo ya no es capaz solamente de memoria respecto a energías ya capturadas y externas al sistema. En esta nueva fase, el Sistema Decisor será capaz de establecer modelos de la energía que previsiblemente se pueda capturar. Es decir, un ritmo de captura.

Esta evolución, al menos realizada de forma consciente, es característicamente humana, y relativa a los sistemas formados por humanos. En ella el Sistema Decisor no utiliza únicamente la memoria, es decir datos y su comparación, sino que eleva en un nivel su capacidad de modelización para, en función de los datos que ésta le proporciona, establecer previsiones. En un siguiente paso, el Decisor se vuelve capaz no solamente de hacer una previsión, sino de seleccionar entre diferentes previsiones la más interesante energéticamente.

Aceptar este nuevo paso significa aceptar una nueva visión de la Evolución: lo que evoluciona ya no es el individuo, el *Homo sapiens*, sino el sistema vivo social en el que se integra, sistema que hemos considerado también vivo. El *Homo sapiens*, hemos definido, se convierte en *Homo célula* de ese sistema social, caracterizado por su capacidad de almacenar conocimiento intergeneracional. La aparición de la consciencia en el hombre, de su conocimiento de su propia mortalidad, coincide entonces con la aparición de un nuevo sistema vivo, el Sistema Vivo Social Humano. Un nuevo y gigantesco salto evolutivo.

Podemos denominarlo así con entera propiedad porque está formado por subsistemas, ya sean individuos, empresas u otras organizaciones, que cumplen las diferentes funciones que hemos exigido para definir a un Sistema Vivo ya hemos visto en los sistemas biológicos. El esquema, que ya hemos mostrado páginas atrás, es el siguiente:



E_E Energía Externa

I Información

E_I Energía Interna

Los sistemas vivos sociales humanos, gracias a su capacidad de almacenar conocimiento de diferentes generaciones de los sistemas biológicos que los integran, tienen una percepción de su consumo, de su ritmo de consumo, y pueden tener también una percepción de la energía disponible restante e incluso del ritmo de consumo de sus competidores.

¿Cuál es el resultado? El resultado es un nuevo tipo de evolución: la guerra. La guerra como acción emprendida no para consumir, sino para impedir que otros accedan a ese consumo.

Como hemos visto, esta situación se producía también en las fases recesivas fueran cuales fueren los sistemas vivos implicados. Pero hay una diferencia: la conciencia del proceso. El conocimiento de la energía disponible restante, y la percepción de su limitación por los actores en competencia, ha marcado la evolución humana.

La “Historia” que hemos contado, la historia de nuestras tribus e imperios respondía, igual que la de cualquier otra especie, a fases expansivas y recesivas. Pero había una diferencia: los colonos que iban ocupando el valle comprendieron que éste se iba a acabar antes de que sucediera. La lucha por la tierra del valle tuvo lugar mucho antes de que fuera ocupada.

La guerra ha caracterizado la evolución humana durante largos períodos de tiempo. La guerra significa la competencia por determinadas energías entre sistemas vivos sociales humanos y responde a un doble motivo:

- La existencia de un bien imprescindible, limitado y no renovable, y
- la conciencia de esta limitación.

Los bienes limitados y no renovables serán motivo de guerra. Singularmente, las materias primas.

La tierra fue el motivo de guerras generalizadas durante milenios, hasta el momento en el que la productividad aumentó y la energía que de ella se obtenía –alimentos, ganado- dejó de ser un factor crítico. Sin embargo, el motivo de la guerra no ha variado desde entonces. La guerra, concebida como herramienta de disputa por una energía limitada y no renovable, es un acto racional.

La guerra racional se caracteriza por los siguientes elementos:

- la existencia de un bien limitado en disputa,
- la anticipación de esa limitación,
- la competencia por ese bien no mediante su consumo, sino a través de actividades (utilización de Herramientas de Ataque) que impidan su consumo por otros.

Pondré dos ejemplos (no muy ortodoxos, lo reconozco) que creo que muestran con claridad hasta qué punto esta capacidad de modelizar altera el proceso evolutivo.

Imaginemos una isla desierta. Diez mejillones llegan a ella. En la isla existen cien raciones de comida para mejillones. ¿Qué sucederá? Los mejillones vivirán en la isla once días, diez de ellos bien alimentados y felices.

Supongamos ahora que a la isla desierta llegan diez personas. Y en la isla hay cien raciones de alimentos ¿Podrían llegar estas personas a soluciones democráticas?

La respuesta en este caso será, naturalmente, que depende de a qué llamemos comida para cien personas. Esa comida pueden ser 100 fuentes de alimento, capaz cada una de alimentar indefinidamente a una persona, o podemos estar refiriéndonos simplemente a cien raciones de alimentos.

En el primer caso se pueden organizar las cosas. Disponiendo de cien fuentes de alimento, las diez personas pueden no solamente llegar a acuerdos sino, durante un tiempo al menos, crecer y multiplicarse.

Pero si hablamos de cien raciones de comida, esas diez personas no podrán llegar a soluciones democráticas de reparto. Esos diez individuos no pueden aspirar a colaborar para su supervivencia, porque más pronto que tarde las 100 raciones de comida – o mil, que tanto da- se agotarán. Así que de modo quizás inconsciente al principio, pero más claramente estratégico según avance el tiempo, esas diez personas encerradas en la pequeña isla irán midiendo sus fuerzas para interrumpir y controlar, en beneficio propio, el suministro de alimentos de otros con el fin de alargar, en lo posible, la propia supervivencia.

Si las partes son prudentes veremos cómo en la isla, de forma sorpresiva y misteriosa, irán aconteciendo oscuros asesinatos, extrañas desapariciones de individuos caracterizados por su carácter solitario e introvertido, y con ellos las de sus raciones de alimentos. Reunidos en torno al primer cadáver los supervivientes comprenderán que podría haberles pasado a ellos, y experimentarán la necesidad de formar un grupo propio, o de integrarse en uno ya existente que pueda servir de protección. En el supuesto de que no haya un individuo claramente dominante que aglutine, desde el comienzo, a un grupo ganador, podrán formarse varios grupos más pequeños.

Ante la evidencia de lo cerrado de la situación, y de que quien da primero da dos veces, en algún momento se declarará una guerra abierta. Si tras la victoria de uno de los grupos la situación de limitación de reservas persiste, y si a estas alturas ese grupo tiene ya un líder sólido, éste podrá administrar la supervivencia de sus ayudantes, simplemente cuidando la evitación de pactos. Cuanto más avance la escasez tanto más probables se irán haciendo el magnicidio o la absoluta soledad del líder.

En realidad el ejemplo no es muy exacto –sobre todo en el caso de los mejillones-, por una razón: como hemos visto, cualquier animal es el fruto de miles o millones de evoluciones. Algunas de ellas se habrán correspondido con fases expansivas, otras con fases recesivas. En consecuencia todos ellos incorporan Herramientas de Ataque, aunque no

todos se hayan visto, en todas las generaciones, obligados a utilizarlas. Y, azarosamente, estas herramientas se habrán desarrollado más en unos que en otros, experimentando éstos un mayor beneficio energético en su uso. En otras palabras, la competencia por la Energía Disponible existe también en las fases expansivas.

El modelo no es, por lo tanto, perfecto, no es puro. Al igual que en las fases recesivas una mutación que localice nueva energía es posible, también en las fases expansivas el uso de las Herramientas de Ataque es significativo.

Pero, al menos, hemos identificado unas tendencias generales.

5- ¿ES CIEGA LA EVOLUCIÓN, O NO?

Volvamos sobre nuestros pasos, y recordemos que estábamos tratando de discernir si la evolución es o no es ciega.

¿Podemos decir que la evolución sigue siendo ciega en el caso de sistemas capaces de acelerar su inversión cuando la energía disponible es abundante, o de emprender conscientemente una guerra cuando es escasa?

Habíamos establecido como premisa que los pasos evolutivos se producen ciegamente, sin un fin último. Pero vemos que, como consecuencia de la competencia por el acceso a la energía disponible, emerge NECESARIAMENTE -entendiendo esto como una consecuencia directa de esta lucha- una creciente capacidad de evaluación de la disponibilidad energética que, además de suponer una aceleración del proceso evolutivo, lo hace cada vez menos ciego, más consciente de sus limitaciones y más decidido a corregirlas.

Vemos que las vendas que nos habíamos puesto inicialmente para negar la teleología se caen ante nuestros ojos. Y aún así, la pregunta sigue siendo pertinente: ¿es la evolución ciega?

Y, con lo dicho, aún podemos decir: sí, es ciega, puesto que los sistemas vivos hasta ahora descritos ya han tomado conciencia de sus limitaciones energéticas, y combaten a otros sistemas vivos también de forma consciente para hacer frente a dichas limitaciones. Pero estas limitaciones, o el encuentro azaroso de nuevas energías, siguen siendo no previsibles, y por lo tanto, podemos seguir diciendo, ciegas.

Es evidente que esta afirmación presenta ya elementos discutibles. Si los sistemas vivos se hacen conscientes de una limitación energética y toman medidas para evitarla, aunque estas no sean sino tratar de impedir, también de forma consciente, el consumo de esa energía por parte de otros sistemas rivales, es evidente que la evolución de esos sistemas vivos no es, al menos, completamente ciega.

Trataremos de resolver definitivamente las dudas que nos quedan añadiendo un peldaño más a los niveles en la evolución de los Decisores descritos hasta ahora.

6- LA ERA DE LA INNOVACIÓN

Hemos descrito algunos elementos que caracterizan la guerra racional, pero aún falta otro de enorme importancia:

Se ha considerado que el bien limitado, objeto de disputa, no tiene sustitución posible.

Recordemos que en nuestra breve “Historia” del capítulo anterior había un elemento clave, que remarcamos entonces y recordamos ahora: “*La tierra producía lo que producía, y no se esperaba que produjera más*”. Las tecnologías mejoraban, y con ellas la producción. Pero lo hacían tan despacio que, a lo largo de una vida humana, lo más probable es que no sufrieran ningún cambio perceptible.

Y es aquí donde podemos hablar de una *nueva fase evolutiva*. La nueva fase evolutiva llegará cuando, dada una limitación energética, los sistemas vivos implicados no inviertan únicamente en Herramientas de Ataque para impedir que otros sistemas accedan a esa energía. En la nueva fase evolutiva los sistemas vivos –en este caso sociales- invertirán, DE FORMA CONSCIENTE, en NUEVOS SENSORES, que localicen una energía que sustituya a la ya localizada y tenida como no reemplazable, NUEVAS HERRAMIENTAS, que capturen la nueva energía, y UNA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA METABÓLICO que haga capaz al sistema de asimilar la nueva energía. Y esta inversión se hará con el fin de sustituir a tantas cuantas energías se presenten como limitadas.

Es decir, de lo que estamos hablando es de un NUEVO SISTEMA VIVO caracterizado por su capacidad no sólo de predecir una limitación energética, sino por su capacidad de realizar un INVERSIÓN CONSCIENTE en sensores y herramientas que puedan sustituir esa limitación.

Es decir, de un SISTEMA VIVO CAPAZ DE INNOVAR CONSCIENTEMENTE.

A lo largo de este libro hemos utilizado, de una forma un tanto ambigua, expresiones como “invertir en sensores”, porque al menos se puede invertir en ellos de dos formas: se puede invertir en ellos *para su uso* (localizar energía) o se puede invertir en ellos *para su mejora*. La diferencia, evolutivamente, es que en el primer caso la inversión era interior al sistema (el sistema vivo, el animal, invertía en el uso de los sensores, y los usaba), mientras que la segunda era intergeneracional (el sistema invertía en su

descendientes, *algunos de los cuales*, azarosamente, podían poseer unos mejores sensores, incluso sensores *diferentes*).

Pero ahora, por primera vez, vemos que la innovación puede ser un acto consciente, una inversión voluntaria del Decisor para el hallazgo tanto de *mejoras* como de *nuevos* sensores y herramientas. Incorporar ese acto, la Herramienta de Inversión integrada funcionalmente, activamente, en el Sistema Vivo Social, significará alcanzar una nueva fase evolutiva tras miles de años en los cuales la guerra racional era la característica que determinaba los procesos evolutivos. No es que durante esa fase no se produjesen innovaciones, sino que no eran incorporadas como procesos conscientes, alternativos a la aparición de limitaciones energéticas.

La misma existencia de la palabra INNOVACIÓN nos da una pista del proceso. Innovación indica una conciencia de voluntad evolutiva. Si buscamos la definición de innovación, efectivamente encontraremos lo siguiente (definición de Wikipedia):

“Innovar proviene del latín innovare que significa, acto o efecto de innovar, tornarse nuevo o renovar, introducir una novedad.

Innovación es la aplicación de nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas con la intención de ser útiles para el incremento de la productividad. Un elemento esencial de la innovación es su aplicación exitosa de forma comercial. No solo hay que inventar algo si no, por ejemplo introducirlo en el mercado para que la gente pueda disfrutar de ello.

La innovación exige la conciencia y el equilibrio para transportar las ideas, del campo imaginario o ficticio, al campo de las realizaciones e implementaciones.”

A esta definición, recogida literalmente, podemos añadirle una circunstancia de gran interés: a pesar de su raíz latina, la palabra innovación es de uso relativamente reciente. Los romanos no utilizaban la palabra *innovare*, sino *renovare*. Mientras innovar habla de hallar novedades e incorporarlas al sistema metabólico, renovar habla únicamente de corregir un desgaste (será por tanto una herramienta homeostática). Similar, pero enormemente diferente.

Adaptada la definición a la terminología que venimos utilizando en este libro, vemos que se produce una INNOVACIÓN no sólo cuando se localiza una nueva energía por los sensores o modelizadores, sino cuando se incorpora a las herramientas –cuando se desarrolla la técnica que permite

producir esa innovación ideada- y al sistema metabólico –cuando se logra introducirla en el mercado-. Actualmente se suele conocer este proceso, dentro de la empresa, como I+D+I.

La evolución ciega ha sido sustituida, paulatinamente, por una característica emergente: la innovación consciente. Ya no nos limitamos a “adaptarnos al medio”, sino que *transformamos conscientemente ese medio*. Hemos visto que existen, entre otros, dos motores de la evolución: la *competencia* por una energía limitada y la *innovación* en la captura de energía futura. La primera está ejemplarizada en las Herramientas de Ataque. La segunda, a través de las Herramientas de Inversión. Atendiendo a estos dos vectores podemos ver la evolución como *un proceso en el que las Herramientas de Inversión sustituyen progresivamente a las Herramientas de Ataque*.

La descripción darwiniana de la evolución como *adaptación al medio* no es que se haya quedado corta, es que ha dejado de ser cierta, siendo sustituida por la *creación consciente de nuevos medios*. Lo que Darwin no sabía, no podía saber, es que vivía el comienzo de una nueva era evolutiva, que no se ajustaría ya a los parámetros que él tanto contribuyó a establecer.

7- UNA VEZ MÁS. ¿ES CIEGA LA EVOLUCIÓN?

Y volvemos a preguntarnos, por última vez: ¿es ciega la Evolución?

Desde lo aquí expuesto no cabe sino concluir lo siguiente: la Evolución es ciega respecto a cuáles de los sistemas implicados prosperarán y cuáles no. Un mejor Sensor, una mejor Herramienta, un mejor Sistema Decisor, pueden ser insuficientes para seguir evolucionando, aunque pueden permitir encontrar un nicho ecológico relativamente estable.

Pero algunos de los sistemas implicados en esa competencia, sin que sea posible predecir cuáles, llegarán a un estadio en el cual sean capaces, ante la aparición de una limitación energética, de innovar conscientemente para superar esa limitación. Esa capacidad sustituirá el proceso de ensayo y error que había caracterizado a la evolución desde su aparición. Y esa capacidad, que aumentará y mejorará además progresivamente su memoria de actos energéticamente rentables, los hará cada vez más conscientes, entendida la conciencia como la elección razonada de las futuras elecciones energéticas necesarias para mantener su estructura –y, entre otras cosas, de ser capaces de evaluar su propio proceso evolutivo-

Y también, y por lo tanto, más robustos.

La evolución es un proceso que, aunque azaroso en algunas de sus fases, no es ciego, pues genera NECESARIAMENTE, en competencia por la energía disponible, y dadas las circunstancias adecuadas, una creciente robustez de algunos de los sistemas vivos implicados, y los conduce a la conciencia de sí mismos y del propio proceso evolutivo en el que se hallan inmersos. La evolución no es, por lo tanto, ciega, en el sentido de que incorpora una TELEOLOGÍA, una tendencia a un estado superior, *crecientemente robusto y consciente.*

8- LA SOCIEDAD ACTUAL

A lo largo de este libro hemos visto que puede existir un esquema universal para los sistemas vivos caracterizado por su capacidad de localizar, capturar, transformar y distribuir energía de forma cada vez más eficiente. Esa eficiencia se vio incrementada con la aparición de un Sistema Decisor capaz de determinar, con una precisión creciente, qué hacer con la energía disponible: si invertirla en localizar nueva energía o capturar la localizada, si capturar o huir.

Esta estructura –sistema vivo- está formada por una serie de subsistemas que colaboran en el proceso simbióticamente, y podemos encontrarla más allá de los sistemas vivos biológicos, alcanzando a los sociales, lo que nos permite hablar estrictamente de estos últimos como Sistemas Vivos Sociales.

Los sistemas vivos sociales humanos, almacenando el conocimiento de las diferentes generaciones de individuos que los forman, generan una tendencia hacia una creciente robustez, en un proceso en el que coinciden el descubrimiento del individuo de su limitación energética –mortalidad- con la aparición del sistema social, que será quien evolucione a partir de ese momento. La aparición de la conciencia de la propia limitación energética requiere de información proveniente de generaciones anteriores, y la conservación de esa información requiere a su vez la generación de un sistema vivo social que la conserve. Es decir, la aparición del *Homo sapiens* marca, por un lado, la aparición del *Homo tecnológico*, y por otro el comienzo de la evolución del sistema social en el que se integra.

El individuo, organizado a su vez en otros subsistemas –familia, empresa- cumple dentro de ese Sistema Vivo Social las diferentes funciones que todo Sistema Vivo requiere. Será Sensor –durante mucho tiempo, el explorador, siendo sustituido por el investigador, el artista-, Sistema Decisor –gobernante-, Herramienta de Captura –sector primario de la economía-, Subsistema Metabólico –sectores secundario y terciario-. Dado que ese Sistema Vivo Social, como cualquier otro Sistema Vivo, modifica su entorno y encontrará limitaciones energéticas, también requerirá de Herramientas de Inversión, Homeostáticas y de Ataque. En consecuencia, algunos individuos también se integrarán en ellas. Podrán ser una Herramienta de Inversión del sistema –como padres, como educadores, como inversores en nuevas Herramientas de Captura, transformación o distribución tanto de bienes físicos como de conocimientos- o pertenecerán a sus Herramientas de Ataque como miembros de la policía o el ejército. O, finalmente, podrán ser Herramientas Homeostáticas del sistema, por

ejemplo como trabajadores sanitarios o judiciales pero también, a consecuencia del descubrimiento de nuestra limitación energética, dentro de un abanico mucho más amplio de actividades que cubre todos los recursos útiles para mantener la eficiencia de unos subsistemas que se reconocen como mortales. Todos, *Homo celula*, formamos parte de ese Sistema Vivo Social, *Sistema socialis* (mi latín, como ven, no es muy brillante).

La sociedad, pues, organizada en Estados, responde al esquema universal de los sistemas vivos que hemos presentado. Su robustez es creciente al tiempo que crece su capacidad para realizar modelos de su entorno, y de invertir adecuadamente sus recursos. El almacenamiento del conocimiento permite a cada nueva generación de individuos que la forman contar con múltiples datos de experiencias pasadas. El sistema social aprende, y aprende rápido. Podemos hablar en este sistema de la aparición de nuevas Herramientas Homeostáticas, capaces, en función de esos datos, de contribuir a su mantenimiento mediante la creación ya no sólo de modelos del entorno, sino de posibles entornos futuros. Y la innovación consciente, y con ella la búsqueda activa de nuevos nichos energéticos ante la aparición de una limitación en los existentes, transforma los sistemas sociales en una fase, estrictamente posdarwiniana, en la que la adaptación al medio es sustituida por la creación consciente de nuevos medios. Esta evolución trasciende la pura eficiencia energética, y llega al punto de lograr grandes éxitos para los individuos: éstos son capaces durante su vida activa de ahorrar una parte de su superávit energético para prolongarla más allá del tiempo de su eficiencia energética.

Según esto no debería ser difícil predecir una “expansión indefinida” de ese sistema, o conjunto de sistemas sociales que conforman la sociedad humana actual. Incluso se podría especular con el aumento de la rentabilidad energética de los individuos, que les permitiría incrementar la energía ahorrada durante su vida activa, prolongando aún más su retiro, especialmente si se combina con “nuevos soportes”, que permitan limitar su consumo energético.

Y de hecho podemos decir que, “en promedio”, será así. Y con esta curiosa expresión repito lo que concluía afirmando en el capítulo anterior: habiendo vida, algunos sistemas se harán crecientemente robustos, *si se dan las circunstancias adecuadas*.

Porque hay un elemento que forma parte de todo este proceso que no hemos tratado: el azar. Hemos descrito una tendencia hacia la inteligencia y, en algunos casos, hacia la robustez de algunos sistemas vivos que, por lo

que sabemos, puede haber tenido lugar, o lo está teniendo, o lo tendrá en cientos de miles de espacio-tiempos del universo. Pero siempre aclarando que ese proceso es ciego para las especies implicadas, algunas de las cuales alcanzarán un estado crecientemente robusto sorteando miles de adversidades en un proceso no consciente. En otras palabras: que el Hombre sea el protagonista, aquí y ahora, de este proceso, ha dependido y depende de un conjunto de factores azarosos difícilmente desdeñables.

Por ejemplo una herramienta prensil muy eficiente, su dedo pulgar, que le ha permitido disponer de un eficaz interfaz con su entorno, ampliando enormemente la definición de sistema vivo de cada individuo – ampliándolo, como hemos visto, a todas las Herramientas que cada uno ha manejado, y redefiniendo su biomasa como el conjunto de esas Herramientas y los productos de las mismas-. Pero también han contribuido al proceso factores del todo ajenos al hombre, como la acumulación previa en el planeta de combustibles fósiles, que han sido esenciales en nuestro desarrollo, permitiendo al sistema social del que formamos parte llegar a su estado actual. El Hombre, como las primeras bacterias aerobias en un entorno rico en oxígeno, se ha encontrado azarosamente con grandes cantidades de Energía Disponible por puro azar, por haber surgido en un determinado momento de la vida en la tierra.

Hemos tenido suerte hasta el momento. El azar nos ha sonreído. Pero esa connivencia entre azar y necesidad no tiene por qué prolongarse indefinidamente. ¿Continuará esta tendencia en el futuro? ¿Será nuestra creciente capacidad de modelización capaz de sustituir progresivamente al azar que nos ha acompañado hasta el momento?

9- GLOBALIZACIÓN

Como hemos visto en capítulos anteriores, la Energía Disponible Restante es un factor esencial en el desarrollo de los sistemas vivos, incluyendo el conglomerado de Sistemas Vivos Sociales –estados- del que formamos parte. La Energía Disponible Restante es la energía que el Sistema Vivo puede llegar a utilizar manteniendo una actividad constante, y puede haber sido localizada o no por sus sensores.

Que haya sido o no localizada por los sensores del sistema vivo quiere decir, expresado de otra manera, que tendrá, para los sistemas vivos implicados, una apariencia limitada o ilimitada. Esto es importante para cualquier sistema vivo, puesto que las posibilidades de evolución varían drásticamente. Por ejemplo en los sistemas vivos biológicos, aún no siendo conscientes del proceso, hará que paulatinamente las Herramientas de Ataque adquieran un mayor papel. Pero si hablamos de sistemas vivos sociales, conscientes de la aparición de esa limitación energética, el hecho tendrá una importancia capital. Lo expresaremos de la siguiente forma:

-“El ejemplo de la cuerda y el caldero”.

Imaginemos un pueblo de 100 habitantes, aislado del mundo, que dispone en su centro de un pozo de petróleo, que los vecinos extraen con una cuerda y un caldero.

Por más que han tirado cuerdas atadas con piedras, nadie ha sido capaz de encontrar el fondo del pozo. Así que, aunque todo el mundo sabe que el pozo ha de tener algún fondo, el pozo es percibido de hecho como un pozo sin fondo.

La mejor estrategia para el pueblo, y la que se impondrá, es que todo el mundo acceda al pozo libremente (las voces agoreras no serían escuchadas, ni nadie permitiría, ni tendría sentido, el veto de acceso a una fuente energética de apariencia ilimitada). Esa energía tendrá un coste, asociado al propio proceso de extracción y a su distribución, y será ampliamente utilizada para el desarrollo del pueblo.

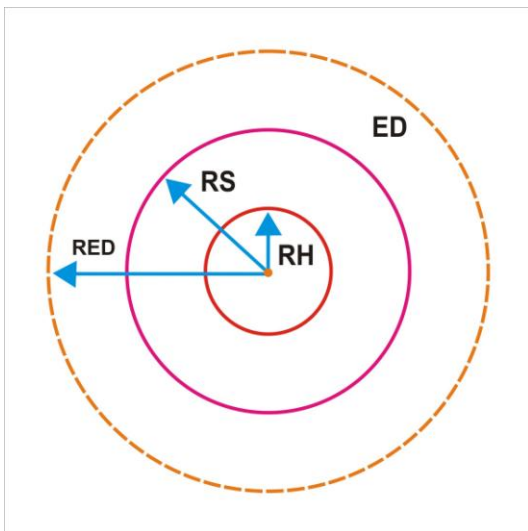
Sin embargo un día alguien –un sensor especialmente dotado- se asoma a su borde con una cuerda inusualmente larga y una piedra atada a ella. Ante la expectación general la introduce en el pozo y la hace descender lentamente... Pasan los minutos, incluso las horas. La cuerda ya ha sido casi

totalmente introducida cuando, de repente, empieza a aflojarse en las manos del investigador. El fondo del pozo ha aparecido.

¿Modifica esto, de alguna manera, las reservas de petróleo disponibles en el pueblo? No. Y, sin embargo, algo habrá cambiado de forma trascendental.

Sucede que, a partir de ese momento, cada pequeño descenso en el nivel del pozo se interpretará como una disminución de recursos. **La cantidad de petróleo disponible no habrá cambiado, y sin embargo la actitud del pueblo respecto al petróleo sí cambiará.** ¿Qué ha pasado? Los sensores habrán localizado la Energía Disponible Restante y la apariencia de la energía, que hasta ese momento era ilimitada, pasa a ser limitada. En ese momento, el pueblo habrá pasado de una Fase Expansiva a una Recesiva.

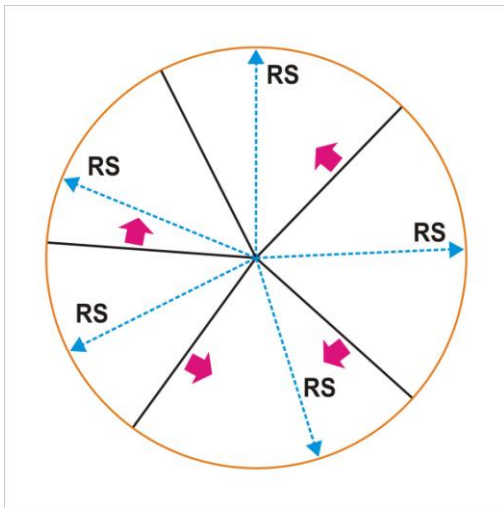
Recordemos las fases expansivas y recesivas según las habíamos descrito anteriormente. Antes de descubrirse los límites de la disponibilidad energética, el sistema social se encontraba en una Fase Expansiva, caracterizada por una apariencia de disponibilidad energética ilimitada, y la consiguiente posibilidad de transformar esa disponibilidad en creación de nuevas empresas en los sectores primario, secundario y terciario. Se podía hablar, en esos términos, de un crecimiento “sano” del sistema, en el cual las leyes de la oferta y la demanda se cumplen razonablemente.



En esta fase, antes de descubrirse el fondo, el valor del petróleo se asociaba al coste de su distribución y transporte. Cualquiera podía extraer petróleo (sector primario), al igual que cualquiera podía dedicarse a darle uso para transporte o transformación de bienes en los sectores secundario y terciario (recordemos que estamos haciendo un modelo y que, en la realidad, las

Herramientas de Ataque de algunos subsistemas tratarían de copar el acceso al pozo. Pero, al menos, existiría esa posibilidad).

Pero –seguimos con nuestro modelo- una vez catalogado como bien limitado y no reproducible, el control sobre su posesión crecerá enormemente. Veamos de nuevo el esquema que caracteriza a las fases recesivas:



Cuando los sensores han localizado la Energía Disponible Restante, repentinamente, TODA la energía restante tiene ya dueño. Por más que hubiese luchas desde el principio por el control del pozo, al menos los distintos contendientes podían seguir creciendo por su cuenta. Pero una vez descubierto el fondo, la única posibilidad de crecimiento de las empresas supone la disminución de recursos de las otras. Además el propio bien, imprescindible y no renovable, adquiere otro valor dentro del sistema, un valor especulativo.

Si alguna palabra se utiliza con frecuencia para describir la fase histórica en la que nos encontramos es globalización. Globalización significa grandes oportunidades para múltiples subsistemas. Conecta a gran velocidad múltiples mercados, lo que significa grandes oportunidades en la transformación y distribución energética. Desarrollo, en suma.

Pero según nuestro esquema, la transformación y distribución comprenden sólo una parte del sistema vivo social: el Subsistema Metabólico.

Y globalización significa también otra cosa muy importante: que los recursos energéticos de la tierra, referidos tanto a energía fósil como a materias primas, son cada vez mejor conocidos. Existe por tanto una valoración de la disponibilidad de las diferentes materias primas, discutida, pero aproximada. Existe petróleo disponible, según las estimaciones, para

cuarenta o cien años, carbón para doscientos, uranio para ochenta, y así sucesivamente. Es decir, todas las energías, tanto la energía fósil como las materias primas, al ser las reservas conocidas, han hecho entrar a los Sistemas Sociales implicados en una Fase Recesiva. La energía, sea fósil o nuclear, es la piedra angular de esa construcción, puesto que las materias primas –hierro, cobre, níquel... – a las que podemos definir como esenciales a los procesos productivos, son accesibles en función de la energía disponible.

Las consecuencias son las expresadas: concentración en la propiedad de estos bienes, aparición de precios especulativos. También se producirá una progresiva asociación de la propiedad de esos bienes a los Estados, los únicos que disponen de ejércitos con los cuales protegerlos.

Éste no es, desde luego, un análisis teórico ajeno a la realidad. Las guerras de hoy son las guerras de las materias primas: las guerras del petróleo, de todos conocidas, o la guerra del coltán, un producto escaso, imprescindible en las telecomunicaciones, y que ha causado millones de muertos en el corazón de África.

Según hemos analizado, estas guerras son *guerras racionales*. Existe un bien, imprescindible para los Estados, que se presenta como limitado y no renovable. No todos los Estados se implicarán. A lo largo de esta obra no hemos mencionado el hecho de que los Estados intercambian energía. Existe el comercio, y esto permite que los Estados puedan, en cierta medida, especializarse en algunas de las funciones que caracterizan a los sistemas vivos. Puede haber un Estado especializado (aceptemos este modelo simplificado) en la transformación de los productos –digamos China, para entendernos- y otro en la acumulación y protección de la Energía Interna del sistema –digamos Suiza-, ambos asociados al Sistema Metabólico. Otro especializado en la maquinaria que permitirá esos procesos –pongamos como ejemplo a Alemania-, que podemos asociar a las Herramientas de Inversión. Estos países reciben y transforman Energía Interna del sistema. Pero necesariamente habrá empresas dedicadas a la obtención de la Energía Externa al sistema que éstos necesitan, y estas empresas se verán implicadas en esas guerras racionales y, por lo tanto, se verán necesariamente asociadas a Estados que puedan protegerlas. Los Estados dedicados a procesos metabólicos pueden incluso “escandalizarse” por estas prácticas, mantener su pureza y manos limpias, siempre que haya otro que se encargue de la tarea. Y lo mismo podemos decir de los individuos que los conforman: nadie renuncia a su teléfono móvil porque el mineral imprescindible para fabricarlo se cobra muertos en algún remoto rincón del planeta.

10- LOS ESTADOS Y LA INNOVACIÓN.

Los primeros pobladores de la primera tribu que describimos en nuestra “Historia”, cuando ocuparon totalmente el valle, pudieron definir con toda propiedad su situación como una globalización, que se mantuvo hasta que uno de ellos logró escalar las montañas que les rodeaban. La “globalización” se ha producido cada vez que cualquier especie llegó a ocupar todo su nicho energético, a localizar toda la energía externa disponible. Lo que diferencia a esta globalización de otras es que, como hemos visto, por primera vez los sistemas vivos implicados son capaces de innovar conscientemente (felizmente: de no ser así la guerra habría estallado ya hace tiempo).

Recordemos, por última vez, nuestra definición: *“la vida es una estructura que captura energía para continuar capturando energía”*. Para cualquier individuo, para cualquier empresa, capaces hoy, como hemos visto, de realizar modelos de sus accesos energéticos futuros, la aparición de una limitación en esos bienes se convertirá en su primera preocupación. Es algo, por otra parte, absolutamente obvio: si estamos en medio del campo, simplemente respiraremos. Pero si de repente descubrimos que nos han encerrado en una habitación aislada, sin oxígeno proveniente del mundo exterior, nuestra primera tarea será tratar de salir de ella. Y no importa su tamaño. No diremos: “bueno, es una habitación grande, ya nos ocuparemos de esto en el futuro”. Nos diferenciamos de un animal encerrado en esa misma habitación porque somos capaces de hacer un modelo de nuestras necesidades energéticas futuras. Esa capacidad, como hemos visto, ha conducido durante una larga fase histórica a las guerras racionales (cuando no hay un individuo, sino varios, en esa habitación), pero también a la Era de la Innovación.

Pues bien: la primera misión del Sistema Decisor (gobernante) de un Estado, desde el punto de vista que aquí se describe, es garantizar que ese Estado pueda continuar capturando Energía Externa al sistema y, ante el primer síntoma de una limitación en esa energía futura, dedicar todos sus esfuerzos a corregir ese problema. Quizás las ideologías han confundido las cosas, pero la cuestión no puede estar más clara: si un bien imprescindible y no renovable tiene una apariencia ilimitada el Estado podrá delegar esa su gestión en las empresas especializadas. Pero en el mismo momento en que aparece una limitación, en el momento en que la cuerda llega al fondo del pozo, ya no puede continuar delegando y, si lo hace, la guerra racional por ese bien limitado y no renovable hará que, en última instancia, acabe

viéndose implicado en el proceso. Pero ya no, como sería de desear, desde la innovación, sino desde la competencia. Así que, en el momento mismo en que la cuerda encuentra el fondo del pozo, su primera misión debería ser buscar otro pozo que tenga, además, la característica de “no tener fondo”, o que éste al menos no se haya descubierto. Y sin embargo esto no está sucediendo. En otras palabras: casi todos los agentes, en el sistema económico, han evolucionado, han accedido a la Era de la Innovación, menos los Estados.

La energía es el bien clave, el bien que da acceso a todos los bienes. La energía es el oxígeno del Sistema Social. Y las reglas de juego de ese sistema cambian no en el momento en que se vuelva escasa, sino mucho antes: en el momento en que se aparece como limitada. Cambian en el momento en el que descubrimos que el campo abierto en que creíamos vivir se ha convertido en una habitación cerrada.

Si estás en campo abierto, puedes dejar que tus pulmones se encarguen de obtener oxígeno, pero si estás en una habitación cerrada, sería suicida hacerlo. Tendrás que ocuparte “tú” de ello. Invertir el oxígeno que queda en obtener más oxígeno futuro.

Cuando los sistemas vivos que compiten por una energía limitada son capaces de realizar modelos de esa limitación comienzan a sucederse, inevitablemente, los acontecimientos. Desde 1973 podemos decir que las reservas mundiales de petróleo son razonablemente conocidas. La formación de un cártel de empresas petrolíferas no es sino la expresión del conocimiento de esa limitación: el cártel no tendría sentido si la apariencia de esa energía fuera ilimitada. La primera consecuencia es que, dado que las reservas de combustibles fósiles son conocidas, toda la energía disponible tiene dueño. Las empresas no localizan, o más difícilmente, nueva energía así que, cuanto más venden, menos tienen. Su única forma de crecer ya no es localizando más energía, sino “capturando” la energía del resto de empresas. Esto conduce inevitablemente a procesos de concentración. Pero en ellos la “buena gestión”, un buen balance, son irrelevantes. El único criterio es el tamaño, la capacidad financiera. Y la única posibilidad de supervivencia no es mejorar la gestión, sino absorber a otras empresas antes de que la mía sea absorbida. Es un proceso inevitable y crecientemente acelerado, que nada tiene que ver con el beneficio del consumidor. La única barrera que mantiene este proceso en ritmo “relativamente pausado” son las defensas que diversas empresas energéticas tienen, desde la “acción de oro” a la posesión de las mismas directamente por los Estados. Desde esta consideración podemos afirmar que, cuando aparece una limitación en los recursos esenciales, que se

aparecen como imprescindibles, limitados y no renovables, seguir defendiendo el libre mercado deja de tener sentido.

Y deja de tener sentido, además, por un segundo factor: esos bienes, que se aparecen repentinamente como limitados y no renovables, pasan a ser, por definición, objetivo de guerras racionales y el negocio, incluso aunque formalmente pueda seguir presentándose como privado, tendrá como telón de fondo a los Estados, con sus respectivos ejércitos, los únicos capaces de defender esos bienes. Cuando cada día aparecen nuevos yacimientos y aún no se ha encontrado el límite de las reservas, las empresas privadas (nuestros pulmones) pueden ocuparse del negocio. Pero en el mismo momento en el que aparece el límite, cuando ya se puede hacer una estimación de las reservas, el juego pasa a ser de suma nula. Las reservas que quedan, razonablemente conocidas, son o para ti o para mí. En ese momento las reservas pasan a tener un “valor estratégico”.

Si aún deseamos considerar estos factores como subsistémicos, existe un tercero, totalmente sistémico. Desde el momento en el que surge una limitación en la Energía Externa al Sistema Vivo Social, ésta deja de ser Energía Externa: cada parte de esa energía, como hemos visto, pasa a tener un dueño. En otras palabras, la Energía Externa se ha convertido en Energía Almacenada. Pero el Sistema Social se caracteriza por ser, como hemos visto, un Sistema Vivo, y por tanto una estructura que captura energía para continuar capturando energía. Un sistema biológico captura oxígeno que utilizará para continuar capturando oxígeno; una empresa captura dinero y lo invierte adecuadamente para continuar capturando dinero, e igualmente un Estado captura Energía Externa para utilizarla en sus diferentes subsistemas, lo que le permitirá continuar capturando Energía Externa... en un círculo virtuoso. Así que dejar de localizar y capturar Energía Externa tendrá profundas consecuencias.

Entre ellas está una fundamental: la Energía Interna del sistema –el capital– ya no podrá emplearse en localizar y capturar Energía Externa. En un Sistema Social, esto quiere decir que el dinero ya no podrá cumplir una de sus funciones, que SON DOS:

-Alimentar cada uno de los Subsistemas que componen el Sistema Vivo Social, y

-Ser útil para que esos Subsistemas, conjuntamente, se comporten como Subsistemas de ese Sistema Vivo Social, que utilizará a esos subsistemas para seguir capturando Energía Externa.

Si deja de capturarse Energía Externa el círculo virtuoso se rompe y la segunda función deja de cumplirse. Pero la Energía Interna está ahí. Lo que sucede es que ya no puede emplearse para capturar más Energía Externa. Así que pasa de ser productiva a ser especulativa. Los procesos especulativos, y las burbujas, irán llegando inevitablemente. Hasta el momento hemos conocido la burbuja tecnológica, seguida por la inmobiliaria y financiera. Incluso si éstas últimas consiguen regularse el problema de fondo persistirá. Esa Energía Interna, condenada a la especulación, buscará una nueva salida y vendrá, inevitablemente, una nueva burbuja. Probablemente la de las materias primas, completamente ajena a las leyes de la oferta y la demanda. Hay Energía Interna y, a falta de procesos productivos, de la posibilidad de capturar nueva Energía Externa, se volcará en la creación de más Energía Interna. Y el refugio más seguro será el de esas materias que, a causa de la limitación energética, se vuelven a su vez limitadas. El último refugio seguro del capital.

No hay culpables; simplemente, sucederá... a no ser que se canalice ese capital especulativo *-que no tiene otra salida-*, de forma inmediata, hacia una expansión del sistema. Hacia la localización de nueva Energía Externa.

11- LA ERA DE LA ROBUSTEZ

La Era de la Robustez será aquella en la cual el Sistema Vivo Social –cada Estado, o el conjunto de ellos- detecte qué energías externas aparecen como limitadas y, en lugar de involucrarse en una guerra racional por su conquista, invierta conscientemente para resolverlas. O, siendo un poco más realistas: cuando invierta sus esfuerzos no solamente en una guerra racional por estos bienes, sino también –y *prioritariamente*- en un esfuerzo para resolver esa limitación en el plazo más breve posible.

Naturalmente, primero hay que enfocar bien el problema. Esa nueva energía, como hemos visto, ha de ser tan abundante que tenga una *apariencia ilimitada*. Hemos dedicado muchas páginas a describir esto: *apariencia ilimitada* no quiere decir que esa energía sea infinita, sino que los sensores no hayan localizado toda la Energía Disponible. Cuando el carbón comenzó a utilizarse en las máquinas de vapor, las minas de carbón no habían localizado aún todas sus reservas. Más aún, aparecían nuevas minas cada día, en muchos lugares: en ese momento la disponibilidad de carbón tenía una *apariencia ilimitada*.

Esa energía debe ser, además, limpia. El problema del calentamiento global no se debe al consumo energético, sino al consumo de una energía determinada, fósil, que produce un cierto nivel de contaminación. Alto, pero no tanto como otros: si el consumo actual de energía se basase aún en el carbón, los cielos de nuestro planeta estarían negros. Podemos y –por definición- necesitamos consumir cada vez más energía, y puede hacerse si ésta es cada vez más limpia.

Y además debe ser tan abundante que permita *redefinir la disponibilidad del resto de materias primas*. Produciéndolas, como hacen las estrellas, mediante una nueva alquimia, o localizándolas más allá de las fronteras terrestres. Podemos hacernos una idea de la situación considerando el consumo energético de la humanidad en los años 1700, 1800, 1900, 2000.... para realizar una predicción del consumo energético que requeriremos en el 2100. Supondremos que buscamos para el bien común, el bien de todos, que la curva que formamos con esos datos tiene una asíntota vertical, no horizontal.

La única energía que parece cumplir estos tres requisitos es la Energía Nuclear de Fusión. Hay un proyecto en marcha para producir esa energía. Se llama proyecto ITER. Es sin duda la mejor inversión posible de los Estados. Este proyecto se encuentra con dudas tanto tecnológicas como políticas. Respecto a las primeras podemos decir que el sol funciona, y

funciona bien, así que únicamente debemos hacer todos los esfuerzos posibles por imitarlo. La apuesta absoluta de los Estados por esta energía, garantizando todos los esfuerzos humanos, económicos y técnicos en su resolución, debería ser bastante para solucionarlas. Respecto a las segundas, la energía de Fusión tropieza con un complejo entramado de intereses: para acceder a esa Energía Futura necesitamos la energía actual, energía fósil, y los dueños de esta energía perderán su poder actual en la nueva fase. También se entrecruzan múltiples intereses: desde las inversiones en energías renovables estadounidenses, españolas o alemanas hasta la inversión francesas en centrales de Fisión de segunda generación. Todos estos elementos han de tenerse en cuenta a la hora de crear un modelo que permita la transición hacia esta nueva era.

Existen diversas posibilidades, siempre teniendo en cuenta que la clave es trasladar las inmensas cantidades de capital especulativo existentes hacia el único proceso productivo posible: la generación de nueva energía, en paralelo con sus nuevas aplicaciones. Y esto quiere decir que también podría ser conveniente reconsiderar la actual Ley de Patentes, que cubre la exclusividad en la explotación de una inversión durante 20 años, para favorecer, en paralelo a la nueva energía, sus posibles usos a partir del horizonte de su utilización. Imaginemos que deseamos instalar desaladoras, mover esos caudales corriente arriba y regar África, por ejemplo. Esa propuesta ahora es inviable, pero una energía abundante y barata podría hacerla posible. Y no es necesario esperar a tenerla para invertir en el proceso, es suficiente predecir que sucederá.

Durante el proceso es imprescindible atraer a los capitales especulativos que están distorsionando el mercado. Tanto penalizando ese uso especulativo, especialmente en el terreno de las materias primas, que causa terribles desgracias, como premiando su desplazamiento hacia este nuevo mundo productivo futuro. Quizás creando una nueva Bolsa, tanto de la Energía futura como de todos los nuevos procesos que permitirá.

Cabe esperar que ese proceso tendrá lugar. De no ser así, en algún lugar, en algún tiempo, otro sistema vivo progresivamente consciente y robusto llevará a cabo esta tarea.

EPÍLOGO

Este libro no es un tratado de biología. No obstante he tratado de demostrar que, habiendo vida, y definiendo ésta como una estructura que capta energía para capturar más energía, esta doble función hará que algunas de las estructuras implicadas se vuelvan, no solamente cada vez más eficientes en la captura energética, sino también en la orquestación de estrategias de captura energética futura, lo que desemboca en la innovación consciente para sustituir todas aquellas energías que el sistema necesita y se presentan como limitadas. Esto conduce, a su vez, a una creciente robustez de esos sistemas. *Energetismo* no es tampoco un libro sobre cosmología, pero esta conclusión tiene profundas implicaciones a la hora de comprender la realidad. Vamos a recordad de nuevo a Ortega cuando decía: *“Es forzoso atacar sin descanso nuestro problema, y como éste consiste en definir el todo o Universo, cada concepto filosófico habrá de ser fabricado en función del todo, a diferencia de los conceptos en las disciplinas particulares que se atienen a lo que la parte es como parte aislada o falso todo. Así la física nos dice solamente lo que es la materia como si sólo ella hubiese en el Universo, como si fuese el universo. Por eso la física ha solido tender a sublevarse como auténtica filosofía y esa pseudofilosofía subversiva es el materialismo”*. No sabemos, de momento, por qué el universo es como es, pero sí sabemos que es capaz de producir vida. Si a esto le añadimos que esta vida tiende a hacerse robusta, a implicar a regiones crecientes de ese universo a la vez que crece su capacidad de hacer modelos de ese universo y ejecutarlos, se abre un abanico de interesantes especulaciones.

Este libro tampoco es un tratado sociológico. Sin embargo basta con observar el ejemplo del pueblo que vive de un pozo de petróleo para concluir que, mientras el fondo del pozo no se había descubierto y el petróleo, por tanto, se aparecía como ilimitado, el optimismo, entendido como la esperanza de un futuro de progreso, era posible. La aparición del fondo del pozo, por mucho que el petróleo disponible no cambiase, significó un mensaje: hay una fecha de caducidad para nuestra vida; no seguiremos así siempre. Para esos habitantes la forma de ver la vida, la forma de ver el mundo, cambiará. La diferencia entre un futuro de apariencia ilimitada y una fecha de caducidad en la disponibilidad de Energía Externa transforma nuestras expectativas, y con ellas nuestra filosofía y nuestra moral. ¿Eran más inocentes, más ilusos, los habitantes del mundo en los años 60 del pasado siglo, cuando soñaban un mundo mejor? No. Vivían en un mundo de apariencia energética ilimitada. La crisis del petróleo del 73 cerró ese ciclo, puso fecha límite a nuestro mundo. A partir de entonces imaginar el futuro pasó a ser un arte oscuro e inevitablemente pesimista.

Este no es un libro sobre política. Prevé, no obstante, que las fases expansivas desembocarán en democracias y las recesivas en tiranías. Existe, sin embargo, un factor de gran importancia, tanto político como social, y es el recuerdo de fases históricas anteriores. La memoria de los ideales construidos en esas etapas hará que el individuo, ante el riesgo de su pérdida de libertad individual, reaccione. Mientras tanto los procesos cambiarán. En una fase expansiva se utiliza energía libremente, con generosidad, en el desarrollo de nuevos procesos productivos. El comienzo de una fase recesiva marca el paso hacia un tiempo en el que lo que primará será la optimización en el consumo de la energía limitada restante. La productividad, y no la producción, marcarán ese tiempo, presionando a todos los elementos que se integran en ella. Desde los motores de los coches a los individuos que se encuentran en la cadena productiva, todos los subsistemas se verán presionados para conseguir una mayor productividad. Una época recesiva incrementará también las diferencias entre ricos y pobres, entre los gestores de unas empresas que se concentran y que utilizan los beneficios con fines crecientemente especulativos y todos aquellos que, presionados por el proceso, ven crecer día a día la exigencia sobre su productividad. El mantra actual de la “eficiencia energética” que atraviesa la Unión Europea es una reacción totalmente equivocada a esta situación. La que fue la “Europa del Carbón y del Acero”, es decir, de la energía y sus derivados, hoy no es ni de lo uno ni de lo otro. Ha olvidado que la energía abundante estuvo en la base de su desarrollo y hoy se encoge en vez de crecerse y convertirse, como una de las principales interesadas en el proceso, en el motor que nos transporte a una nueva era de abundancia energética.

Energetismo no es, ciertamente, un libro sobre economía. Su título, con claras reminiscencias históricas, hace referencia, entre otras cosas, a una ampliación del concepto de plusvalía, referida ahora a los sistemas vivos en general, y que podríamos describir así: todo Subsistema de un Sistema Vivo, sea a su vez un Sistema Vivo o no, persiste en tanto que proporciona al sistema más energía futura de la que cuesta. Pero no he hecho el menor intento de evaluar ese proceso (ni sabría hacerlo). Insisto en que no soy filósofo, pero reivindico en este trabajo la posibilidad de disfrutar de una visión del mundo que sea objetiva sin ser, necesariamente, cuantitativa. Es momento de recordar por última vez a Ortega, cuando decía “*Queremos una filosofía que sea filosofía y nada más, que acepte su destino, con su esplendor y su miseria y no bizquee envidiosa queriendo para sí las virtudes cognoscitivas que otras ciencias poseen*”.

Dicho queda. Y desde esta óptica pondré un nuevo ejemplo. Imaginemos que ascendemos por una montaña lo suficientemente alta. Encontraremos

un ambiente cada vez más pobre en oxígeno. Podemos suponer que, en estas circunstancias, nuestro cuerpo responderá disminuyendo el número de hematíes (glóbulos rojos) que genera: menos oxígeno exterior, menos hematíes en el cuerpo transportando ese oxígeno. Pero no es esto lo que sucede: mediante procesos muy complejos el cuerpo reacciona generando un mayor número de hematíes. Más abundantes, pero de menor valor energético. Se habrá producido el equivalente, en términos económicos, a la inflación. Pero ahora lo vemos de otra manera: esa inflación responde a una pérdida del valor energético del capital, Energía Interna del sistema, en relación a la Energía Externa al sistema.

Según esta hipótesis, el valor de la Energía Interna del sistema depende de las existencias de Energía Externa al sistema. Y, ante el hecho de una limitación en esa energía, existe el riesgo de que nuestros economistas - equipo médico- *que observan al paciente desde dentro*, reaccionen tumbando al paciente en lo alto de la montaña y traten de operarle, *desde dentro*, intentando que sus hematíes recuperen el valor energético perdido – aplicándole, por ejemplo, medidas monetarias-. Pero la Energía Interna, cuyo fin primordial es el de *seguir capturando Energía Externa*, al aparecerse ésta como limitada y no renovable, cambia de objetivo: la Energía Interna pasará a servir, primordialmente, *para generar más Energía Interna* mediante incansables procesos especulativos, que desembocarán en una pérdida de su propio valor. Encontrándose con un problema de apariencia irresoluble, el equipo médico recomendará al paciente, en el mejor de los casos, que no haga ejercicio, que permanezca tumbado y trate de consumir la menor cantidad de oxígeno posible (que ahorre energía).

Parece sin embargo que lo sensato es indicarle al paciente el camino para bajar de nuevo la montaña. Volver a un entorno de abundancia en la Energía Externa, que hará a sus hematíes recuperar valor energético y volver a sus parámetros habituales. El cómo hacerlo es, obviamente, cosa de economistas. Como he mencionado, quizás los gobiernos podrían canalizar el capital privado hoy no productivo hacia ese objetivo a través de algo parecido a un “Nasdaq de la Energía”, en el que fuera posible invertir masivamente, no sólo en esa energía futura de apariencia ilimitada, sino progresivamente en todos los procesos productivos que esa energía llegará a permitir. Es difícil pensar en una inversión mejor que esta, de valor productivo –no especulativo- futuro asegurado.

Concluiré diciendo que en nuestro viaje hemos sido sin duda reduccionistas en todos los niveles, pero sobre todo a la hora de tratar al individuo, al ser humano. Hemos hablado de la conciencia de la mortalidad como motor de

nuestra evolución, conciencia que generó, entre otras, múltiples Herramientas Homeostáticas. Pero no hemos mencionado un hecho trascendental: la conciencia de la muerte significa, al mismo tiempo, la conciencia de la vida, la conciencia de estar vivos. La vida entendida como un don, más allá de la pura funcionalidad en la que se desenvuelve; el surgimiento del placer de vivir, más allá de los requerimientos que exige. Sin ese conocimiento, sin ese don del placer de ser y de ser con otros, es imposible entender el mundo.

Espero que esa ausencia, a lo largo de esta obra, se justifique porque he intentado describir ese mundo no en toda su complejidad –algo, por otra parte, imposible: recordemos que sólo el sistema representa al sistema-, sino desde el punto de vista de la competencia y la innovación en el acceso a la energía. Y desde ese punto de vista trataré de finalizar.

La conciencia de la vida significa, entre otras cosas, el deseo explícito y consciente de prolongarla más allá de los límites de su eficiencia energética. Vemos así que nuestra descripción de la vida como competencia por el acceso a la energía no prevé, por ejemplo, la aparición de un sistema de pensiones. O que la Sanidad –herramienta homeostática– dedique ingentes esfuerzos no sólo a preservar la vida más allá de esa frontera de eficiencia energética, sino procurando además que esa prolongación se produzca incorporando “calidad de vida”. Una vida que permita el disfrute de la misma.

Pero este sistema de pensiones, o esa sanidad, son posibles en tanto en cuanto el individuo ha almacenado energía durante su fase productiva –por sí mismo, o entregándoselo a una caja común que se lo devolverá al término de su vida activa-, que le será devuelta en forma de esos servicios.

Es decir, la cobertura universal de la sanidad o el sistema de pensiones, grandes pasos en la historia del progreso en los derechos de los individuos, están asociados al progreso energético.

Podemos ver, desde esta perspectiva, la historia de la democracia como la historia de ese acceso a la energía. Existe un paralelismo notable –y, desde este punto de vista, inevitable– entre la aparición de la democracia y su extensión a todos los individuos, y la disponibilidad energética de cada uno de ellos o, más exactamente, la percepción de esa disponibilidad. La democracia ateniense era encomiable, un gran paso para la humanidad, pero estaba restringida a aquellos que disponían de una cierta independencia energética. Los que no tenían acceso a ella eran simples esclavos. Y la extensión de la democracia en las sociedades modernas y

contemporáneas ha corrido en paralelo con la extensión de esa independencia energética.

Los derechos de la burguesía, de los obreros, el acceso al voto de las mujeres y la universalización de la democracia están asociados a la ascensión social de los primeros, a la creación de la caja única de los segundos, que les permitía soportar una huelga, o al acceso de las terceras al trabajo.

Lo que trato de decir es que, en la base de toda revolución social, existe un soporte energético que la sostiene. Y, desde este punto de vista, la búsqueda de una energía de apariencia ilimitada –capaz, por ejemplo, de redefinir el agua potable disponible en el mundo- es la mayor revolución social posible, la más democrática de nuestras tareas. La verdadera palanca para mover nuestro mundo hacia el futuro y convertir el Sistema Vivo en el que nos integramos en auténticamente robusto. Un Sistema Vivo Social que localiza una limitación en la Energía Externa que requiere, e innova activamente, conscientemente, racionalmente, para solucionarla.

BIBLIOGRAFÍA

Abbott Edwin, *Planilandia: Un romance en muchas dimensiones*, 1884.

Alinovi, Matías, *Historia de la energía*, Capital Intelectual, 2007.

Axelrod, Robert, *La evolución de la cooperación*, Alianza, 1996.

Bertalanffy, Ludwig von, *Teoría General de los Sistemas*, Fondo de Cultura Económica, 1993.

Darwin Charles, *El origen de las especies*, Alianza, 2003.

Dawkins, Richard, *El fenotipo extendido*, 1982.

Dawkins, Richard, *Escalando el monte improbable*, Metatemas, 1998.

Dobzhansky, Theodosius, *Genética y el origen de las especies*, Ed. Círculo de Lectores, 1997..

Elredge, Niles; Gould, Stephen Jay, *Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism*, 1972.

Feynman, Richard, *The Feynman Lectures on Physics: The Definitive and Extended Edition*, Addison Wesley, 2005.

Fontdevila, Antonio; Moya, Andrés, *Evolución; Origen, adaptación y divergencia de las especies*. Ed. Síntesis, 2003.

Gould, Stephen, *La vida Maravillosa*, Ed. Crítica, 1999.

Hawking, Stephen W., *Historia del tiempo*, Alianza, 1992.

Jonson, Steven, *Sistemas emergentes*, Fondo de Cultura Económica, 2003.

Kerbrat-Orecchioni, Catherine, *Les actes de langage dans le discours*, Nathan Université, 2001.

Kimura, Motoo, *La teoría neutra de la evolución molecular*, Investigación y Ciencia, 1980.

- Krugman, Paul, *La era de las expectativas limitadas*, Ariel Sociedad Económica, 1998.
- Loredo, José Carlos, *La proyección actual de James Mark Baldwin*, UNED, Tesis doctoral, 1999.
- Lovelock, James, *La venganza de la tierra*, Planeta, 2007.
- Malthus, Thomas, *Ensayo sobre los principios de población*, 1798
- Margulis, Lynn; Sagan, Dorion, *Captando genomas*, Kairós, 2003.
- Martínez Coll, *Bioeconomía*, Universidad de Málaga, 1986.
- Marx, Karl, *El Capital*, Antalbe, 1986.
- Prigogine, Ilya, *El fin de las certidumbres*, Taurus, 2001.
- Ríos, Sixto, *Modelización*, Alianza Universidad, 1995.
- Sanpedro, Javier, *Deconstruyendo a Darwin*, Drakontos, 2007.
- Scott Turner, *The Extended Organism; the Physiology of Animal Built Structures*, paperback edition, 2004.
- Schneider, Eric; Sagan, Dorion, *La termodinámica de la vida*, Tusquets, 2008.
- Smil, Vaclav, *Energías*, Drakontos, 2001.
- Smith, Adam, *La riqueza de las naciones*, Alianza, 2007.
- Sutton, David B., *Fundamentos de Ecología*, Noriega, 2001.
- Trask, R.L.; Mayblin, Bill, *Lingüística para todos*, Piados, 2006.
- Vázquez-Figueroa, *Coltan*, Ediciones B, 2008.
- Wiener, Norbert, *Cibernética*, Ed. Guadiana, 1971 (Reeditado por Tusquets, sin fecha).
- Wilson, Edward O., *Sociobiología, la nueva síntesis*, Omega, 1980.

Wright, Robert, *Nadie Pierde*, Metatemas, 2005.