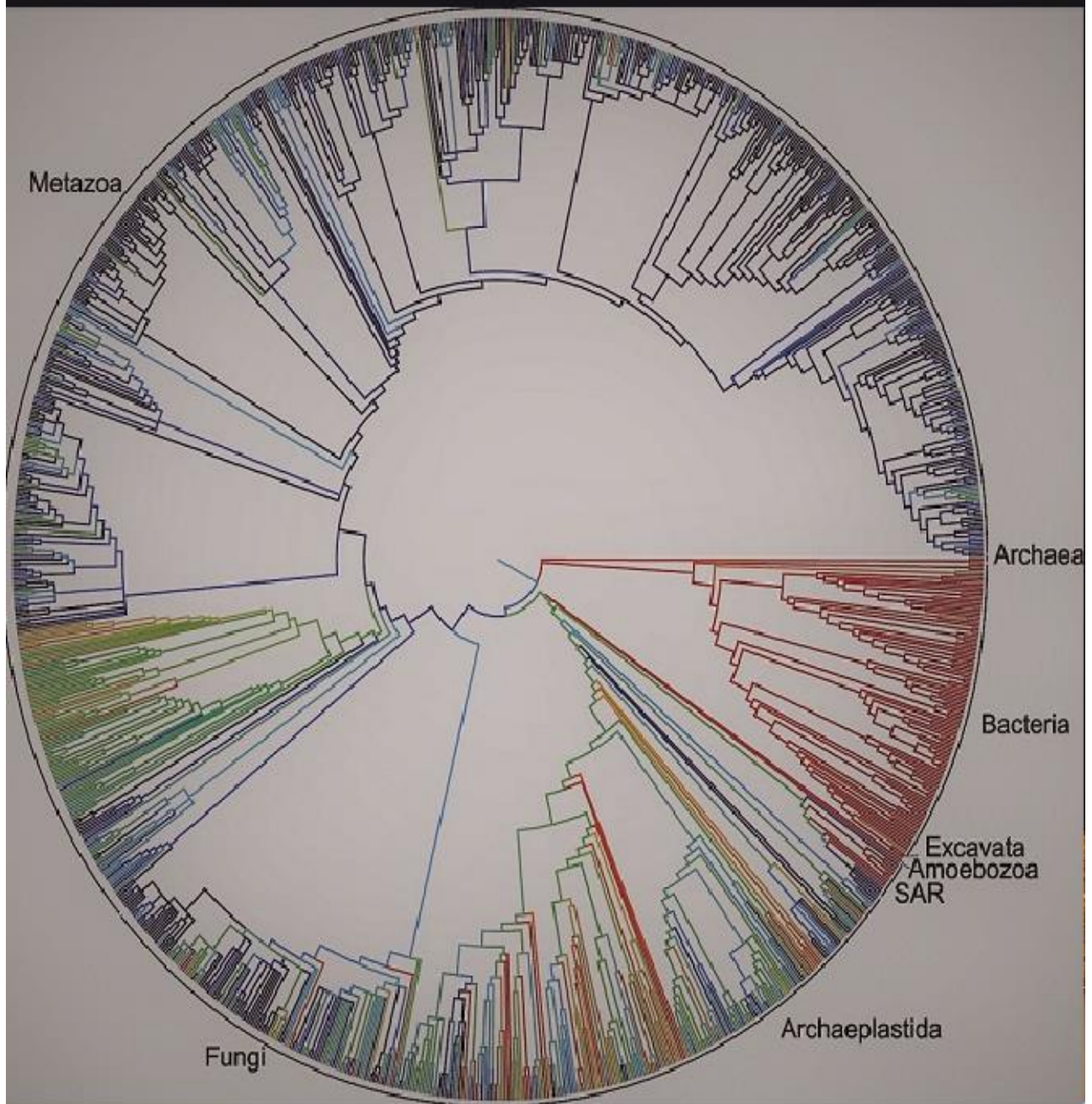


Bartolomé Pons Rullán

# SINTROPÍA



## LEY DE VIDA

El Principio Cosmológico, Copernicano, de la Mediocridad,... no somos el centro del Universo, ni especiales, ni siquiera vamos hacia un destino. No hay un Plan, no hay objetivos, ni Principio Antrópico. Tal vez Dios no sepa que existimos,... o no le importa. Animismo o monismo ancestral que cruza de la prehistoria a la historia a través de los clásicos griegos, que a partir de Sócrates ambicionaron no sólo sustituir a los dioses como causa del acontecer, sino identificar su propósito. En “causa final”, las cosas “quieren” caer o el agua “desea” llegar al mar: no es la mente la que se rige por las reglas del Universo, sino el Universo que debe seguir las reglas de la mente. En el punto ciego, Dios y Universo a nuestra imagen y semejanza. Ahí seguimos por “creer-obedecer-pagar” (Kant), y toda descripción de un Sistema Dinámico tiene implícita su Teoría de la Mente, su hipótesis de cómo debe pensar, sentir y opinar otro ser, al atribuirles nuestra humanidad a la Naturaleza, al Destino y a los Dioses.

El orgullo de una nación. El sueño de una medusa. Hablar a las plantas. Catasterismo lo llamó Eratóstenes. Pareidolia: un atlas en las nubes. Los psicólogos de las formas lo llaman Leyes de la Gestalt: agrupamos y creamos patrones inferidos de lo conocido, rellenamos con sesgo heurístico los huecos de la realidad a nuestra imagen y semejanza, abstrayendo según leyes de simetría, simplicidad, analogía, proximidad, cerramiento, relleno,... Crear un modelo más simple que lo descrito, y aplicarlo a los pueblos, a los animales, a los personajes de dibujos animados,... subjetivizado con hipótesis antropomorfizantes de que todos tienen que tener prioridades, valores, resentimientos, obsesiones, curiosidad,... que convergen en un espacio conceptual común. No el suyo, sino el nuestro: la Naturaleza a nuestra imagen y semejanza,... y si no nos enfadamos. Si queremos el 23, encontraremos el patrón 23 siempre, en todo y con cualquier lente.

El iusnaturalismo de Rousseau -naturaleza benevolente, ahora pensamiento Disney y cumbayá-, lleva siglos enfrentado al de Voltaire -domesticación de la naturaleza-. Romanticismo e Ilustración. Duda y Fe. Los indios lo llamaban Manítú, nosotros religión, la generación New-Age, Karma: quiniela de apuestas causa-efecto por criterio y horma humana, documentada con burocracias que en su rigor, nos limitan la tendencia a imaginar lo que nos conviene por la verificación objetiva de la apuesta (lenguaje, retórica, dialéctica, esquemas, planos, gráficos, programas, lógica, matemáticas,...). Los pronósticos y tesis de efecto-origen siempre acaban demostrando su falsedad, e invariablemente ante el fracaso seguro, resistir a cambiar el principio activo, insistiendo sus sacerdotes y comisarios en incrementar la dosis.

Con la resaca de los éxitos desde Newton, por haber conseguido la Unificación de las leyes de los dioses y de los hombres en las Teorías del Cielo y el Suelo en una teleología única causa-efecto, creímos haber comprendido el Destino... hasta que herejes liderados por referentes como Popper, Poincaré, Boltzmann, Einstein, Wittgenstein, Gödel, Turing, Lorenz, Mandelbrot, Prigogine,... determinaron las limitaciones a la causalidad, la demostración matemática de que la matemática no es completa, sino un lenguaje de simuladores para representar no ya la realidad, sino el propio algoritmo que da coherencia a una virtualidad. La realidad no es simultánea, ni cognoscible, ni previsible, ni biyectiva, ni lineal,... y solo podemos hacer apaños a cachos. No se puede imaginar lo que no contiene algún relato y el lenguaje retórico, gráfico o lógico, es el límite del pensamiento.

Lenguaje como método para conocer la realidad: como descripción estática y aséptica, como algoritmo, como trayectoria de imágenes o pensamientos que con el rigor de la coherencia, lleva a una sucesión de causa-efecto. Retórica como descripción de un discurso o como método con rigor de la lógica. Procesos o diagramas como descripción numérica o como método con rigor de la contabilidad. Matemática como descripción (cuántica), como método de análisis efecto-origen (dinámica) y premonitorio causa-efecto (relatividad). La virtualidad del modelo limita a su simplicidad la intelegibilidad de la realidad.

Cuando Sócrates publicó su Iluminación con el aforismo “Sólo sé que no sé nada”, anunció el Inicio del proceso retroalimentado de vaciar casillas de apuestas y cambiar preguntas. El palimpsesto que llamamos Conocimiento en milenios llevaría a otros a anunciar “mutatis mutandi” la Muerte de

Dios y hasta la Incapacidad de predecir el futuro y analizar el pasado con precisión finita: cada respuesta demuestra el error en la formulación de su pregunta. Sin interiorizar las distintas perspectivas de la estadística y la holística, es vicio extendido de los científicos confundir a conveniencia escala y detalle, exactitud y precisión. Conocer no es saber y saber es no conocer, tanto más cuanto más detalle, mucho más cuanto más distante en el espacio, en el tiempo y en la escala, pero sobre todo, cuanto más nos alejamos del equilibrio. Hay sistemas vitales que “necesitan” -imperativo categórico- comer, reproducirse, socializarse, cobijarse,... El Ser Humano además tiene el imperativo al mismo nivel de conocer un “orden en las cosas” -Cosmos- y si no oye “música en las esferas”, la compone categóricamente. ¡Sin embargo, hemos descubierto el Caos!

La Cosmología, conocimiento del orden, nació muerta con el hombre, pues su prejuicio era que el Universo es armonía. Mientras haya cualquier respuesta, le conviene no conocer dentro de sus posibilidades y no saber de su limitación fuera de ellas. Relaciones causa-efecto reales o no, justificaciones que protejan del Vértigo a la indeterminación, una religión divina o atea, que organice el sinsentido, el azar y la Nada, que nos ubique en un centro y justifique nuestra excepcionalidad e importancia. Los eruditos justifican con la razón la comodidad de ordenar prejuicios en creencias: buenas respuestas a malas preguntas. Aristóteles afirmaba que la boca de las mujeres encierra menos dientes, y nadie los contó hasta miles de años más tarde. Los sabios que conviven en equilibrio inestable con el vértigo de la casualidad, de la mediocridad, tienen confusas preguntas sin respuestas claras. Preguntas que contienen respuestas, que contienen preguntas. Indeterminación Bayesiana. Ni todo erudito es sabio -sino arrogante-, ni todo sabio es erudito -sino ignorante-. Inevitablemente, el sabio se reconoce insuficientemente erudito... sabe que no conoce, y convive con su vértigo sin cerrar los ojos o mirar a otro lado: al de la religión, al del cosmos, que delega la erudición en otros que creen que saben, aunque sea fe en dogmas científicos antrópicos, en los que se sustituyen las apuestas a los dioses por los hombres

A lo largo de los siglos Futurología, Filosofía y Matemática han ido delegando en “start ups”, cediendo posiciones a la Ciencia: los orígenes del Universo y la materia, de la vida, de la consciencia y la razón, de la civilización, la moral y los dioses. Encerrada en su burocracia retórica, discutiendo la rojez del rojo contra la verdez del verde, ha dejado en otras manos el propio método científico, pero también el método lógico, dialéctico, histórico o retórico. Psicología, sociología, antropología, etología, neurociencia, cibernética, economía,... disciplinas que han ido desentendiéndose de metafísica y matemática, acaban concurriendo de nuevo en ellas. Filosofía y sus disciplinas administrativas como la Matemática o la Retórica no se han vaciado de contenido, sino que se han ido retroalimentando de desarrollos en entornos concretos, que le han regresado enriquecidos: Selección Natural y Cooperación, Eficiencia y Leyes Constructuales, Exclusión, Teoría de Juegos, Leyes de Mercado, Fractalidad, Complejidad, Estadística, Entropía, Acción y Reacción, Indeterminación, Lingüística,...

En la senda cabalística de la astrología, la cosmología dio un paso fundamental al introducir el catalizador de la matemática en su ciclo de descripción-teoría-experimento: (nomia-logia-gonia)... La economía y la sociología están en ello, aunque no saben superar el Prejuicio de la Armonía y no conciben el desequilibrio crónico, los estados forzados subarmónicos, para que les sea útil. La biología se defiende panza arriba etiquetando de subordinada a la matemática en el ciclo de descripción-teoría-experimentación, reduciendo el análisis de los ecosistemas y del origen a la descripción-experimentación... y en tal provincianismo, el estudio del origen queda encallado, pues para explicarlo se precisan de teorías más amplias que las bioquímicas: matemáticas, cibernéticas y económicas. El nuevo paradigma incluye al mismo nivel el -logos como teoría formal “matemática” entre descripción y experimentación.

Alejados del Mainstream estático, Aristóteles, Ibn Sina o Averroes, Leonardo, Steno, Hooke, el Conde de Buffon, Hutton,.. mantuvieron viva la intuición del cambio en biología y geología. Darwin describió el proceso de cambio en un momento en el que el propio cambio se palpaba en el ambiente; independizó a la biología de la economía de Smith y Malthus, que andaban en la línea del Marqués de Condorcet, que veía al hombre como un animal a quien la acumulación de cultura lo iba

acercando a la perfección, e introdujo las primeras nociones de cambio, de matemática y de teoría de juegos en la sociología. En la primera década del s.XX, un primer intento de reconciliación a través del análisis ecológico de la sociología (desde Spencer y Galton, a Bakunin y Koprotkin, o Proudhon), fue despejado a una cueva en una montaña por Nietzsche y degradado por la interpretación nacionalista y racista de la supervivencia del más fuerte. El libre mercado se quedó con la versión "light" y transitó hasta los 70. El Club de Roma y la constitución de Greenpeace como símbolo de la consolidación de los movimientos hippies, existencialistas y contestatarios, en un entorno de crisis, se dio otra oportunidad de reconvergencia que también se ha ido degradando por la interpretación pseudocientífica (selección confirmativa de la ciencia), anti-mercantilista (negación confirmativa de las leyes que no convienen) y ñoña (armonía y equilibrio), y por la Globalización. Tal vez en el futuro podamos identificar la actualidad con un tercer y último intento con éxito o un tercer fracaso, a través del análisis dinámico de sistemas y el cálculo numérico con la fuerza bruta informática.

La cosmología comenzó con la observación del cielo, cuando los matemáticos teorizaron convergió astronomía y física, los telescopios pasaron a ser provocadores de conjeturas y falsadores de hipótesis; y así, la biología que comenzó con la observación del entorno, los matemáticos teorizan, convergen modelos y bioquímica, y los microscopios pasan a ser provocadores de conjeturas y falsadores de hipótesis. El álgebra "sorpassa" a los telescopios y la complejidad a los microscopios. Como la astrofísica, la biología está convergiendo con la economía, las matemáticas y la informática... solo que los biólogos se resisten a percibirlos como poco más que una curiosidad, y la sociedad todavía no lo sabe.

La kábala pitagórica vuelve tras la numerología, la poesía tras la simulación, la música tras el solfeo, la geografía tras la cartografía. No acabaríamos de enunciar, analizar y matizar su holística, y en ese correoso trasvase de respuestas, -frenado por la Resistencia al cambio, el Romanticismo, el Pensamiento Mágico y el Academicismo-, vuelven preguntas más sabias. La cosmogonía se traslada a la física despejando el papel de dioses, morales y destinos, negándose a sí misma e incorporando la indeterminación a todo análisis. Las teorías del caos nos devuelven planteamientos emergentistas -convergentes y divergentes- en todo tipo de sistemas no-lineales multivariable. La teoría de juegos se usa en la toma de decisiones en economía y regresa con un mayor rango de aplicaciones. La selección natural, la colaboración, la eficiencia, regresan a la filosofía ampliando su conceptualización de la biología a Sistemas Dinámicos alejados del equilibrio. Todo regresa enriquecido por el viaje... tal vez por haber tomado la precaución de atarse al mástil ante los cantos de sirenas pseudocientíficas (=teleo-lógicas): ciencia con sesgo de confirmación.

Sin necesidad de contagio, toda sociedad tiene tantas más normas de convivencia cuanto más se independiza del entorno, que evolucionan e incluyen su escala de aplicabilidad. En la realidad, Ley es una regla basada en la regularidad observada que proporciona predicciones más allá de las situaciones inmediatas en que se ha basado su enunciado; pero toda ley aplica en los límites del conjunto de hipótesis que la envuelven. Los Sistemas exitosos trascienden en el tiempo el modelo de información que reequilibran, no porque lo busquen, sino porque si no otro modelo, incluso menos eficiente, que resista al paso del tiempo, ocuparía los recursos físicos abandonados, y se replican en el mundo físico aumentando su cantidad y diversificándose hasta ser ellos mismos piezas de otro paradigma.

En todo sistema de variables aisladas la desorganización que implica la transformación aumenta con la "flecha del tiempo" tendiendo a una distribución en forma de Campana de Gauss; pero si las variables son o se van haciendo dependientes, la organización de la holística de los modelos de información aumenta tanto en horizontal -incrementándose agentes y relaciones-, como en vertical -novedades que emergen tomando como piezas constituyentes otros modelos de información-, como en profundidad -escala-. Hay leyes y leyes: leyes emergentes, consistentes dentro de cada escala y fase, y que se mantienen en el espacio; leyes cosmológicas que se mantienen en el tiempo; y hasta leyes fractales independientes de la escala. La ley fractal de la Selección Natural es más legal que la ley de la Relatividad, y ésta de mayor escala que la ley de Newton, ¿cómo está de galones legales la

ley de la vida? ¿es un vórtice local o sucede, ha sucedido y sucederá, en todas las fases del Universo a todas las escalas? La respuesta es siempre no, pues sabemos que no podemos obtener un modelo de igual precisión, más sencillo que la realidad.

El relato neodarwinista nos cuenta que tomando energía y provocando desorden y disipación en sistemas vinculados, cadenas autocatalíticas de aminoácidos agrupados en polipéptidos, coacervados, moléculas proselitistas (quizás parecidas a los priones),... coevolucionaron comerciando para reequilibrar sus concentraciones de materiales y energía, estabilizarse y trascender en el tiempo en un evento accidental, excepcional y singular. Las procariotas, archeas, mitocondrias o lisosomas,... se organizaron en colonias, endosimbiontes,... compitiendo y colaborando para mejor trascender con menor coste. Nosotros inhalamos y exhalamos, pero lo que es respirar, lo hacen mitocondrias secuestradas, a las que las células organizan un suministro y retiran los desechos. Como la Reina Roja, corriendo cada vez más rápido para permanecer, el “mainstream académico” -conjunto coherente de axiomas que construyen un paradigma que sostienen porque les sostiene- tiende a su aporía, al suspenso de su propio examen: al vicio homocentrista de la armonía, predecibilidad y excepcionalidad,... a la causa final de Aristóteles.

El relato alternativo disipativo-cibernético-económico nos cuenta que la realidad busca soluciones para conservar al mismo tiempo la cantidad de energía y su derivada o flujo, con la limitación de la causalidad... la Complejidad Adaptativa, se ha propuesto medirla (ambicioso objetivo dado que la Complejidad depende del observador). Para Gödel, en un conjunto de axiomas habrá preguntas indecidibles, por lo que el mínimo número de preguntas binarias para definir las características relevantes del sistema no mide la complejidad, sino la incertidumbre algorítmica, pero sirve de base para definir la Complejidad Efectiva como la longitud de la descripción de los patrones y regularidades en esa misma lista de preguntas (o la inversa de la descripción de la aleatoriedad, conectando así la entropía con la “Cantidad de Complejidad”). El camino de una hormiga es errático y muy incierto pero poco complejo, sólo una vez identificadas las reglas químicas de sus decisiones. Un observador anterior a la decodificación del lenguaje de las hormigas describiría un sistema muy complejo. El genotipo nos informa de la incertidumbre, pero es la longitud en la descripción de sus patrones: la expresión genética, la que informa de su complejidad.

Una cadena de DNA puede ser compleja, pero si produce clones resulta poco “efectiva”... El genotipo de un pino produce fenotipos muy diversos, pero para el observador humano que describe un bosque el árbol no representa apenas individualidad -autopoiesis-. El grado de individualidad se deja así cuantificar, al menos en una primera aproximación subjetiva, pues pueden existir patrones no identificados por el observador o patrones fruto de la casualidad tomados como causales (los patrones recurrentes crean teorías y los patrones aparentes mitologías). La individualidad absoluta se alcanzaría al describirse un sistema de modo más corto que con la descripción de sus patrones. C. Bennett añadía los conceptos de Profundidad -distancia entre patrón y realidad- y Cripticidad -grado de comprensión de descripciones por patrones-. La unicidad de un individuo, de una historia, sólo sería con una descripción más corta que las simulaciones que dieran como resultado esa realidad. El mínimo modelo computable resulta más caro en tiempo de procesador, que la descripción de la propia realidad. ¿Cuánto único sería cada individuo de la Humanidad?

E. Chaisson propone que la complejidad se relaciona exponencialmente con la densidad del flujo de energía: una planta disipa 500 veces más energía por unidad de masa que el mismo Sol, o el cerebro humano 20 veces más que una planta. Más concentración local de energía necesita más disipación y hacer copias de uno mismo es un buen modo que repartir el trabajo (bajo ésta premisa J. England calculó tasas de reproducción bacteriana próximas a los máximos experimentales). Pero el tiempo no es simétrico y en expresión de la Ley de la Entropía: envejecemos, los hijos no cuidan de los padres tanto como al revés. La entropía es olvido de las condiciones iniciales (L. Szilard); o la irreversibilidad es la pérdida de la información. Un sistema no-lineal y no-aislado va olvidando las interrelaciones entre sus agentes y si se girara la flecha del tiempo, no sabría evolucionar rehaciendo el camino, sino que regresaría por otra sucesión de microestados con el mismo resultado probable. La invertibilidad es una excepción en las aplicaciones multilineales y una limitación entre las

lineales más sencillas (propiedad sobrejectiva con núcleo).

Como en un juego de adivinanzas en las que sólo se puede responder si o no, una pregunta se puede descomponer en un número mínimo, medio, mediano, modal, constructual,... de preguntas. 20 preguntas serían  $2^{20}$  bits. C. Shannon ofrece un método de cuantificación de los bits que se pierden por unidad a energía a determinada temperatura. Si se suman dos números el resultado se guarda como un tercer número en una lista que para ser recordada, debe desviar energía al entorno para ser grabada, salvo que se guarde en la posición de los sumandos. Así al resumir se pierde bien información del camino por el que se llegó, bien detalle de resumir variables importantes a una escala, por variables relevantes a otra escala. Recordar tiene un coste y Borges pregunta ¿cómo sería nuestra vida si recordáramos todos y cada uno de los inputs sensoriales, cada pensamiento, cada decisión, todos y cada uno de los momentos de nuestra existencia con todos los detalles? Avanzar en el tiempo exige el pago de olvidar, borrar y difuminar los detalles para que el flujo de información sea superior al borrado de la información. Nos quedamos con la diferencia, no con el valor absoluto.

La energía libre de Gibbs, -cantidad de improbabilidad o potencial entre la configuración más entrópica y la real-, alimenta la complejidad y degenera la memoria (al calentar un gas, se pierde  $G/T$  información termodinámica), construye y destruye relaciones: se modulariza en subsistemas que tienden a ignorarse contra la presión integradora a la que nuevas situaciones someten al sistema. La evolución es el incremento de la improbabilidad: microestados improbables que copan el macroestado real por escasez de realidad. A partir de modelos de información celular emergieron modelos pluricelulares con subsistemas especializados. Las amebas del moho de limo se comportan individualmente si hay abundancia o como una colonia con grupos especializados si se ven forzadas a migrar. Ante la adversidad algunas cianobacterias se organizan en filamentos con ramas funcionales. A las esponjas se las puede dividir a nivel celular, y ellas mismas se reconstruyen.

Kepler describía las mareas como la respiración de un mundo vivo. Investigadores de la Universidad de Aarhus describían en los limos marinos en 2012 una red eléctrica de bacterias multicelulares filamentosas semejante a la neuronal, con capacidad de proceso superior a cualquier cerebro humano. Colaboran y compiten intercambiando electrones a distancias de milímetros, entre las que están en contacto con el agua y las que enterradas sobreviven en entornos anaeróbicos hostiles (aprovechando la repercusión mediática, lo compararon con Eywa, la Gaia de Avatar). Los organismos complejos se organizan en arrecifes, hormigueros, establos, culturas,... Con sistema neuronal en el barro marino, respiración con los ciclos anuales de concentraciones de gases, circulación con la cinta transportadora oceánica y corrientes de chorro, estamos conceptualizando a Gaia, y no es descabellado pensar en metasistemas digitales,... ¿orden y desorden a la vez? ¿vida y muerte? ¿azar y caos? ¿indeterminación y emergencia? ¿adiabasis e histeria? ¿existe una Ley fractal “fuerte” que explique la autosimilaridad: esa insistencia en organizarse, que se repite nivel tras nivel, escala tras escala?

La vida aparece tras una bifurcación alternativa al colapso, en la reconfiguración autoorganizada y autosimilar del almacenamiento de la energía en organización, tal que permite adiabáticamente al flujo de energía excedente disipar en forma de trabajo, lo que de otro modo hubiera disipado como temperatura. Una configuración innovadora e improbable que ocupa recursos de la realidad para existir, cual gas de una reacción que necesita espacio para ocupar. Un aparato de aire acondicionado en el que el flujo disipativo llega al máximo estructural y no es suficiente para drenar la energía que absorbe. Su definición biológica sólo es la narración del detalle de como se solucionó en un momento particular, uno de los casos particulares, a una escala particular. No es opuesta a muerte sino al “cosmos”. La especialización y la diferencia inventaron la muerte, como solución para disipar más flujo de energía por unidad de información: células reproductoras -inmortales- y somáticas -fusibles- (las volvox tienen 2000 células programadas para la apoptosis y 16 gonidias, pero no tenemos clara la necesidad esencial de la obsolescencia programada, si no es para una función de nivel emergente superior).

La vida no es categoría de un único elemento, sino de varios elementos que como muñecas rusas se contienen unos a otros y emergen entálpicamente en situaciones alejadas del equilibrio, siguiendo un patrón improbable identificable en su complejidad, y que prefiere disipar energía como trabajo a desaprovecharla en temperatura. Explorando los límites de su definición y de las unidades sobre las que se define, buscaremos matices en las hipótesis sobre su origen y destino. La modernidad científica evidencia la contradicción de la irracionalidad, de la dualidad. La vida es contraintuitiva a la entropía, a la indeterminación, a la no-excepcionalidad del observador, de las que depende. Es más fácil imaginar un universo aislado, cada vez más aleatorio y muerto. La emergencia, autoorganización, convergencia y resonancia, se toman por débiles -epifenómenos argumentados en su condición de microestados- o fuertes, a criterio académico del interesado en no ser invadido en por externos abióticos que no acepten, cual doctorandos, sumisión y homenaje.

En el instante en que obviamos la Teoría de la Mente y la Propiedad del Conocimiento en la definición del concepto Vida, y nos centramos en lo fundamental, con solo tomar la vida desde el punto de vista epifenomenológico, es categoría de tantos elementos como sistemas dinámicos autosostenidos describamos. Así, la vida no es excepcional sino inevitable mientras sea la vigencia del Principio Cosmológico. No surgió una única vez, sino que es proceso que insiste en distintos grados de novedad. No está restringida a las bases orgánicas, ni siquiera a unidades de base última orgánica. Cambiando de paradigma podremos avanzar, o avanzaremos cuando emerja un nuevo paradigma. Podemos adelantar una definición de lo que no es definición de vida: “aquello que posee los atributos que preenjuiciamos como vida”.

Definición es una proposición a partir de una serie finita y clara de elementos, mediante la cual trata de exponer de manera unívoca y con precisión la comprensión de un concepto o término. Como en todo Sistema, la rotundidad en la asignación de una definición lleva a la máxima eficiencia, pero también fragilidad. Unívoca no es única. Si la definición contiene a lo definido o conceptos indefinidos, jerarquiza sinónimos y se suicida perdida entre sus tautologías. De la definición de un conjunto por su único elemento, se concluirá una exclusión de todo aquello que no permita la definición de una excepción.

La música, el fuego, la dinámica geológica, la cristalización, el conocimiento, la historia, el enamoramiento, las empresas, la gastronomía, el sistema bancario, los neurotransmisores, las culturas, las corrientes marinas, las religiones, el software, las legislaciones, Internet, el mercado de futuros, las galaxias, las teorías y filosofías, la Bolsa, nacen, se alimentan, reproducen, compiten y colaboran, organizan, se adaptan al cambio, trascienden, ganan complejidad, negocian, gestionan recursos escasos, disipan, obtienen beneficios y se autorreplican, se adaptan, mueren,... Unos se reproducen por copias según un código o partitura, y otros por sincronización o correlación autosimilar (la solución de un río al exceso de flujo respetando la continuidad, son los torbellinos sin que unos y otros respondan a un diseño, sino a la opción más constructual; aunque también de unos torbellinos nacen otros más pequeños, que pueden crecer,...). La vida solo tiene el detalle diferencial de ser un Sistema Complejo basado en la química de carbono y oxígeno... y ni eso (nosotros estamos basados en sistemas, lo del carbono nos queda a escala lejana... si conseguimos descargar nuestras consciencias en un ordenador, -lo que en éste contexto es una hipótesis contradictoria al ser la consciencia emergente y por tanto no reproducible por disección de sus partes-, ¿dejaríamos de estar vivos solo por estar basados en el silicio?).

Desde nuestra teleología antropocentrista, tácitamente enturbiando el relato neodarwinista, justificamos la excepcionalidad de lo definido, cuando precisamente nos ha demostrado nuestra Mediocridad. A partir de definiciones simplonas que se pierden en los detalles, la pregunta de un Origen, resulta igualmente simplona perdida en la milagrería de la Excepcionalidad. Consecuencia de malas y numerosas definiciones, disponemos de complejas respuestas para una mala pregunta. Hipocresía de definir por oposición a muerte sin tampoco haberla definido, cuando Vida es oposición a desorden, a equilibrio y a escasez (y muerte, irreversibilidad, y de paso, oposición a sexo). Vida procede del latín vita, que a su vez emana del griego bios. Hay consenso respecto a lo que está vivo y lo que no, pues en el fondo convergemos en desear que la vida es la excepción que

nos sitúa en el centro como observadores privilegiados. No hay consenso en definir, pues cada nueva aproximación conceptual retoca la definición para ajustarla al Principio Narcisista, antropológico. ¿Definimos un juicio? Tenemos fascinación por ser especiales, por determinar que la existencia es un milagro, que el estar vivos es un privilegio, que el tener consciencia es la excepción, el ser únicos,... a pesar de que la Ley de la Selección Natural nos dice una y otra vez que no, que nada nos hace especiales, que no somos una singularidad. Primero convenimos y después determinamos lo que queríamos concluir. San Agustín decía del concepto Tiempo lo que podríamos parafrasearle del concepto vida, amor, grosería, arte, poesía, belleza, porno,...: “Si nadie me lo pregunta, lo sé; si pretendo explicarlo a quien me lo pregunta, no lo sé”.

El lenguaje es un sistema cerrado e interconectado. ¿Puede definirse el concepto de Arte? ¿Como definimos OVNI si no es identificado? Toda definición de Vida, contiene una indefinición despejada: siempre hace referencia a “algo” inexplicado y esotérico. Los fantasmas tienden a invocar a la materia y energía fantasmas. El RAE entiende la Vida como Fuerza interna sustancial mediante la que obra el ser que la posee -el soplo por la nariz del que habla la Biblia-; o como estado de actividad de los seres orgánicos. Sus funciones principales son la nutrición, la relación y la reproducción. Para la filosofía es actividad natural inmanente autoperfectiva (sic). Para la fisiología centrada en los atributos fenomenológicos, es la capacidad de nacer, crecer, metabolizar, reproducirse, responder a estímulos externos y morir (los microorganismos no mueren). La alquimia opina que es solo química del carbono autónoma en ciclo cerrado (cuando cualquier principio que apele al aislamiento suena a carga, fuera ya del paradigma contemporáneo). La física la entiende como la capacidad de administrar recursos internos, para adaptarse a los cambios que se producen en su medio. En su conceptualización metabólica, es un objeto con una frontera definida que continuamente intercambia sustancias y energía con el medio circundante sin alterarse. Para la genética es sistema autónomo y en crisis, capaz de evolucionar. Para la ecología -economía- un sistema de gestión de recursos escasos con mínimo esfuerzo. La semiótica la define como una comunicación por mensajes entre pasado y futuro a través de signos. Si atendemos a la termodinámica, es una organización especial y localizada de la materia, donde se produce un continuo incremento de orden. La matemática la ve como un Juego de Suma-no-0.

Desde la definición aristotélica, el concepto permaneció sin despertar demasiado interés, exceptuando comentarios accesorios de Descartes, Saint-Hilaire, el abuelo de Darwin o Condorcet (que sin comprender bien el mecanismo del cambio, ya lo aplicaba a la “evolución cultural”); e inmediatamente a su formulación definitiva con Wallace, Darwin ya planteó las cuestiones de la “sopa primigenia”, el “eslabón perdido”, y con Huxley, la “etología”. Desde entonces, las definiciones se disparan en todos los calibres desde toda trinchera: físicos, matemáticos, informáticos, economistas, filósofos,... tornándose en multidisciplinar, que es cuando el academicismo se pone a la defensiva, exigiendo la excepcionalidad por autoridad de la religión atea.

Vivir es buscar y morir es llegar al equilibrio, inestabilidad en escasez por la relación con el entorno, el Echos, (Οικος),... una respuesta económica, sin opción a volver, con ruptura de simetría temporal. Para I. Prigogine, la vida es autonomía del aumento de la entropía -trascendente-; función que crea la estructura, sistemas irreversibles de transformación y aumento de la complejidad. Para S.A. Kauffman el reino de lo no-lineal, del orden espontáneo; todo sistema químico capaz de catalizar su propia reproducción. Para P. Atkins es un sistema degenerado: “Todo cambio es degradativo”, y toda degeneración es cambio irreversible, implica olvido, consumo de energía en temperatura, libertad, autismo, insolidaridad, decadencia,... ¡entropía! Si el flujo de energía a disipar se mantiene en equilibrio próximo al desequilibrio, el sistema decadente tiende a la modularización (insolidaridad entre subsistemas), pero si se mantiene próximo al equilibrio, tiende al autismo (egoísmo entre elementos). Solo la presión del incremento del flujo de energía a disipar por encima de la absorbida más la reservada en forma de potencial resistente al cambio, puede hacer tender al sistema de un macroestado probable de incremento de temperatura, a un microestado improbable de incremento de la organización, para que la energía se disipe en forma de trabajo.

La Vida es una aparente paradoja del tiempo y de la entropía, una improbable isla de orden... la



demostración de que Boltzmann no aplica sino en el caso particular del equilibrio. Independencia y dependencia. Disipación y beneficio. Convergencia y divergencia. Regresión y degradación. Memoria y olvido. Desequilibrio y homeostasis. Ahorro y consumo. Histéresis y adiabasis. Entropía y negantropía, entendida como trascendencia equilibrada de la información para la entropía negativa, o la resistencia al desorden por su desplazamiento a sistemas vinculados. Nada en equilibrio, armonía y estabilidad está vivo; pero no todo lo inestable, cambiante y disipativo está vivo, pues como condición adicional es necesario que la energía se almacene en estados subarmónicos forzados, para disiparse por el trabajo en vez de por la temperatura. No se considera vida a cualquier estructura capaz de replicarse (virus, viriones, priones,... Gaia, Internet) si no es capaz de manifestar además una forma independiente retroalimentaria trascendente con el medio físico: sobrevivir y reproducirse en un entorno abiótico (por exigir que no quede).

Las definiciones “esencialistas”, -por la enumeración de las características-, satisfarán a quien quiera reservarse la definición de vida a lo que está vivo, según su propio prejuicio. Un perro está vivo y un solitón en el río no,... cuando la única diferencia entre ambos es la inexplicabilidad y excepcionalidad esotérica de su definición. Si defino mesa por exclusión y excepcionalidad a que solo sea mesa la de mi cocina,... habrá que buscar otro nombre para el resto de mesas. La definición de vida pretende que la vida sea indefinible: idea que lucha por suicidarse; y es condición necesaria pero no suficiente que dicha definición sea propuesta por un biólogo. Los astrobiólogos especulan sobre vida basada en la misma sílice de los microchips o con metano como disolvente, y no por ello dejan de definir sus conjeturas como vida, por la autoridad de reivindicarse a si mismos como biólogos. G.Feinberg y R.Shapiro, para quienes la vida es “un sistema de materia y energía altamente ordenado, caracterizado por ciclos complejos que mantienen o aumentan gradualmente el orden del sistema mediante un intercambio de energía con el entorno”; especulaban con sistemas vivos de plasma o de ondas, en estrellas de neutrones,... ¿Está vivo un huevo de mi nevera?

Buscando la eficiencia S. Carnot, ingeniero militar, halló la irreversibilidad estructural. Sus émbolos y bielas presentaban sístoles y diástoles en un proceso de cuatro pasos por el que se obtiene orden del desorden externo, islas de sintropía que estructuralmente diferenciaban la transformación de calor en trabajo a su inversa. La irreversibilidad es degradación, y por la histéresis en la transformación de calor en trabajo comienza la definición de vida. Una máquina no trasciende de modo autónomo en el tiempo, aunque, cual virus respecto a su huésped, se reproduce a través de los humanos en papel simbiote y catalizador. Imaginamos el modelo “Bruselador”, mote que se le da a un simulador de reloj químico no-lineal canónico (definido en parámetros y reglas), establece analogías consistentes y contingentes entre sistemas vitales y los sistemas disipativos en los que las variables “input” están relacionadas entre si -la concentración de una, incide en la reactividad de otras-, siempre que se suceda una historia de bifurcaciones en las inestabilidades. Un bruselador puede escribirse como una receta de ingredientes y procesos, y así otros científicos pueden cocinarlo de nuevo, modificarlo o abrir las opciones de alguna variable para que evolucione por su cuenta. ¿Está vivo un proyecto de ser vivo?

La vida no presenta una frontera clara con lo inerte, pues la dispersión en su definición desdibuja la propia diferencia. En 1944, Schrödinguer postuló la vida como proceso de ganancia de entropía negativa y la muerte positiva. A. Szent-Györqyi, Nobel por la vitamina C: “Necesitamos energía para luchar contra la entropía”. La química en la inestabilidad ha diluido la división entre lo vivo y lo inerte, entre lo orgánico y lo inorgánico. En un ser vivo no todos sus procesos son vitales, ni todas sus partes están vivas: lo inerte circula en las células de cada ser vivo. Si la vida es sueño, para soñar que vivo estando muerto, debería estar vivo. La química en la inestabilidad ha diluido la división entre lo vivo y lo inerte, entre lo orgánico y lo inorgánico. Vivir es un proceso de gestión de la información. Si la vida es sueño, para soñar que vivo estando muerto, debería estar vivo.

Los codones letras, los exones e intrones palabras y símbolos, los genes frases, los virus poemas, las procariotas novelas, las eucariotas enciclopedias, las colonias bibliotecas,... hasta el hombre, que por ser medida de todas las cosas, decide que hasta aquí hemos llegado, y a partir de mi, los dioses. No importan tanto los matices de la definición, ni si es una rama de la química o de la biología, de

las matemáticas o de la física, de la informática o de la economía, sino las unidades del sistema definido: vida restringida a la química del carbono en disolución de agua líquida. ¿La unidad del animal es el "animáculo"? La unidad de una hormiga es el órgano, si apuramos la célula eucariota, y la de un avispero la avispa; no la bioquímica del carbono. Si la célula procariota es la unidad, la eucariota entendida como sistema de subsistemas procarióticos -endosimbionte-, tiene como unidad a la primera y no a la molécula orgánica. Para la biosemiótica, la unidad es el símbolo: la información. Restringir la definición a niveles de emergencia y bifurcación autorizados por el "chauvinismo carbónico" y a otros no, nos lleva al atasco defensivo. El sistema nervioso emergió ante la desesperante lentitud de transporte de información del sistema hormonal. La vida emergió y emerge una y otra vez, pero nos empeñamos en una de las historias de bifurcaciones,... la estadística apriorística con sesgo de lo evidente, de lo medible, de lo superviviente,... el sesgo de analizar según sea conocido y popular.

El mundo de las ideas está vivo. Los pensamientos son de base química carbonatada. La definición de vida está viva. Las decisiones y los mercados están vivos. La música está viva. La relación de una pareja está viva. No son físicos, pero están basados en sistemas físicos, en última instancia bioquímicos. Vida y Muerte pertenecen a la categoría de los Principios de nuestro Paradigma: prejuicios identificables como unitarios y consensuados, vivos, reforzándose entre si, todos alimentándose, creciendo, trascendiendo, interaccionando, reequilibrándose, organizándose, reaccionando a estímulos, activos, autónomos, con la desorganización de lo externo al Sistema de Principios para artificar un supuesto Orden Coherente que dé sentido erudito y apariencia de sabiduría: declarando pomposas preguntas. Principios justificativos de residir en el centro de la realidad: de exclusividad, de accidentalidad, singularidad, oportunidad, antrópico, unívoco,... Por el vértigo a la Nada, rozamiento y freno de la Comunidad Científica al Método Científico. Para comprender el Origen de la Vida, es previo y principal abstraer lo definido de la definición, denunciar el mito antrópico excepcional y ampliar la perspectiva. Cada definición es matizada con el fin de excluir del juicio a aquella excepción que se cuele sin permiso y sostener su tautología (todas los juicios posibles sean verdad o falsedad a la vez y convengan en concepto). Confundimos concepto con juicio, y estos no se definen, sino sentencian. Aristóteles definió vida desde el punto de vista animista como "aquello por lo cual un ser crece, se nutre y perece por si mismo" y para definir la vida humana despejaba al alma de tercer nivel,... definiciones de indefinidos -aquello, alma, fuerza, aliento,...- por juicio de exclusión. Si definimos según lo que queremos que no sea, pocas personas pueden ser consideradas humanas, como poca vida puede ser considerada viva.

Toda tribu que pretende por su moral superior privilegios en el acceso a los recursos define humanidad como nosotros definimos vida: por exclusión de los que no interesa estén contenidos en lo definido, y así justificar su virtualidad: su mentira. Observación, hipótesis, simulacros,... metáforas en palabrería críptica que justifican prejuicios científicos de una religión atea plagada de revelaciones (principios), santos, pecados,... y muchas beatas. No tenemos constancia experimental de una "sopa prebiótica" (hipótesis que adelantó el mismo Darwin en correspondencia privada), sino de partes reducidas de lo indefinido irreducible: rompecabezas en el que faltan muchas piezas. Narrativas de pocas variables y largo plazo, con una fiabilidad poco fiable. Confundiendo indeterminación con azar y éste con arbitrariedad, el Mainstream Científico neodarwinista opinó, que por el Principio de la Accidentalidad de Monod, centenares de miles de pares de bases se combinaron fruto del "ruido" -noise, como le llaman en las ecuaciones cuando se aproxima por linealización-, por azar, en un primer ser vivo y la opinión -"dóxa"- puede ser antagónica a la verdad -"episteme"-.

No le salían los números a C. de Duve: el planeta no tiene tiempo, ni monos, ni imaginación suficientes para probar tantas opciones, y la "dóxa" es ahora que la vida es inevitable en un entorno de circunstancias alejadas del equilibrio: el mantenimiento con energía de una distancia al equilibrio... un modo de gestionar la turbulencia. Nadie ha buscado la verdad de una definición de vida independiente de la "dóxa" científica, ensuciada por la Teoría de la Mente, el Conservadurismo y los Derechos de Propiedad de las definiciones. Nadie ha mostrado ningún experimento replicable

ni observación de lo que es y lo que no es vida, pero contra todo método, la Ciencia afirma que su opinión es científica. La vida es un prejuicio de los bioquímicos, que oculta vicios del Paradigma aristotélico de la Fuerza Vital y se resiste académicamente a asumir hasta sus últimas consecuencias la Selección Natural, que sostiene la epistemología de su propia ciencia. Libres de su historia, otras disciplinas, desde la mercadotecnia a la física de partículas, están desde hace décadas aplicando con éxito, no ya la selección natural a estructuras químicas pre-vida, sino a sistemas vitales supuestamente independientes del prejuicio Vida.

La doxa de principios compartidos por los que se intercambian reconocimientos y medallas los neodarwinistas, opina que en las condiciones prebióticas regía el caos, que la probabilidad se debe a la casualidad, que hubo una “singularidad” en la vida; pero la indeterminación de los sistemas complejos no es concepto tan previsible como el vulgar azar estadístico de una distribución Normal. Siendo optimistas, supongamos que éste ensayo tiene tantos caracteres como el más simple de los organismos vivos posible, habrá conjuntos de frases con un significado que serían como los genes... unos cientos. La cantidad de libros que aun en combinaciones de 7 letras de margen por tecla a elegir para que tuvieran sentido sus palabras (28 letras/4 bases), no ya con frases, sino con sentido en su conjunto, simplemente no es determinable por el azar en el tiempo en el que todos los habitantes del planeta puedan teclearlo. Podremos escribir infinitos libros con infinidad de contenido, pero solo habrá papel y estanterías para un número limitado y no habrá editorial que pruebe de imprimir todas las combinaciones, para ahorrarse los derechos de autor.

Hasta las críticas más disparatadas del Diseño Inteligente sin apenas argumentos positivos, como los fracasos en la búsqueda de eslabones perdidos, son útiles a la Ciencia, y tras aplicar modelos de simulación estadística, resulta contundente el argumento negativo de que la diversidad y complejidad observable, no tiene tiempo de haberse creado por acción del azar. A partir de la observación, surgen dos religiones como interpretaciones inmediatas: la divina (Principio Divino) y la atea (Principio Antrópico). La tesis teleológica del relojero, que sería más fina y adecuada si se llamara del mecánico o del motor: hipótesis efecto-causa más sencilla, modelo por no falsable más eficiente; o la tesis de ser observadores privilegiados por casualidad. Tenemos argumentos para comprender solo muy parcialmente la Abiogénesis, pero es una hipótesis con demasiados agujeros para tomarla por Teoría, pues no ha sido ni de cerca intuida en laboratorio. En ese contexto se envalentona el Sesgo Superviviente -contrario al Totalitario, y que no pueden ser ciertos ambos a la vez-, que tanto gusta a los economistas que se creen gestores, por el que las estadísticas tratan de los datos que hay, de lo medible, no de lo que se han perdido porque no hubo capacidad de contagio, o viabilidad, o suerte (distribuciones de lo que no sucede). Sigue mediando un abismo de 4 ordenes de magnitud entre moléculas de decenas a cientos de miles de pares de bases y no le queda más remedio a la Teoría Evolutiva que aceptar la complejidad y el caos como alternativa que descarta la simplicidad de las variables independientes y al azar. Un tornado sobre un basurero no construye un televisor, ni una tormenta sobre un lago de brea crea vida.

La hipótesis que A. Oparin se adelantara a proponer en 1924 ha resultado un prometedor primer paso hacia ningún sitio. Éxito que de no avanzar para dar una solución, tal vez se esté convirtiendo en parte del problema. En ambiente poliextremófilo termorreductor, atmósfera de metano, nitrógeno y agua, oscuridad, con descargas electrostáticas y contrastes frío-calor (impacto de meteoros o volcánico), se producen algunas moléculas orgánicas, y parece proponerse que todo empezó con cianuro y formol. Para dar estabilidad a compuestos más largos, se ha propuesto un andamiaje pseudoenzimático catalítico de cristales (Cairns-Smith, 1985), defendiendo explícitamente como Protovida Mineral sometida a la Selección Natural, en base a metales (hierro, níquel,...) o arcillas (montmorillonita, tubos de kaolita, láminas de esmectita, zeolitas) o aerosoles (y complejos coloidales). El Infierno olía a azufre, el hierro divalente reducía anhídrido carbónico expulsado por las erupciones volcánicas, desde hidróxidos y sulfatos se producía metano, como residuo u otros agresivos compuestos,... para nosotros. Mundos hipercarbónicos, mundos hierro-sulfuro,... mundos inhabitables, extraños y contradictorios.

En 1997, inspirado en las fumarolas oceánicas, sobre bases bidimensionales de piritas que gestionan

electrostáticamente los aniones, G. Wächtershäuser mezcló monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y partículas de sulfuro de níquel y demostró que se podían generar sin enzimas aminoácidos con enlaces peptídicos. Esas reacciones derivarían a un ciclo inverso de Krebs, que algunos proponen abierto (herradura), de dudoso rendimiento. La menos agresiva y menos termoextremófila versión atlántica de los respiradores hidrotermales alcalinos reactivaron en el 2000 la hipótesis que M. Russell lanzara 11 años antes (“La Vida es un proceso de resolución de desequilibrios”), que se han ido complementando con alternativas de reestabilización de protones y eléctricos en entornos de anhídrido carbónico, metano, hidrógeno,... (ruta WL), con minerales en función enzimática, óxidos verdes, serpentinización desde enfriamientos del magma y creación de estructuras porosas de tamaños muy coherentes con las primeras células, formación de acetato,... Se fosforilan los ladrillos de la química orgánica a escalas compatibles con la vida celular: cadenas de docenas de aminoácidos enganchados carbono-amonio, bases nitrogenadas, azúcares, coacervados (Oparin-Fox, 1958), formaldehído y cianhídrico.

En vez de caldo con tropezones, que resulta excesivamente diluido para que los reactivos sobrevivan a los sustratos, se prefiere la metáfora de salsa sobre alguna base (pan, pizza), o galletas mojadas en leche y/o concentraciones por evaporación (aunque no parece plausible pues con mayor motivo se concentran las sales). F. Wolfe-Simon propone que pueden estar coexistiendo en nuestro mundo configuraciones que han dado lugar a árboles vitales distintos -”biosferas en la sombra”-, sustituyendo el papel del fósforo por arsénico, e incluso hay propuestas de puentes primigenios entre aminoácidos en base a azufre. Puesto que la génesis de enantiómeros es racémica -50/50-, exige de una ruptura de simetría previa para que, terciando por una paridad, puedan estructurarse espacialmente hélices dextrógiras (el Z-DNA existe, pero no es relevante) y proteínas levógiras (la glicina va de contestataria). Mellersh lo justifica por la electrostática de la base en la que se supone se defendieron las primeras macromoléculas de la hidrólisis... de hecho el sistema de transferencia de información biológica es por complementariedad electrostática y configuración 3D - llave/cerradura-. En las primeras fases químicas se competía y colaboraba por los electrones como recurso escaso.

F. de Sousa y R. Lima proponen la "Ecopoiesis" en una atmósfera primordial rica en oxígeno, procedente de la fotólisis del vapor de agua y barrido del hidrógeno por el viento solar, en entorno reductor de hierro divalente, que darían lugar a un protometabolismo geoquímico global hipercarbónico -holoplasma-. Tales circunstancias favorecerían la propagación quiral de uno de los enantiómeros. Desde los años 60 sabemos que los rayos cósmicos dañan más a los nucleótidos levógiros (Vester-Ulbricht), y tanto campo magnético como capa de ozono fueron posteriores a la presencia de vida. "Alicia: ¿sería buena para beber la leche del país del espejo?". La competencia y colaboración entre donantes -reductores- y consumidores -oxidantes- por los electrones, entre litosfera y atmósfera, produciría un sistema dinámico químico evolucionable. Se ha conseguido en laboratorio conjuntos autocatalíticos con menos de 200 pares de bases, que encajaban nucleótidos más rápidamente que su velocidad de degradación. H. Trinks ha construido moléculas de 400 pares en condiciones de congelación, compatibles con las hipótesis de eras criogénicas posteriores al “bombardeo tardío”. En 2005 S. Platts propuso la hipótesis HAP -hidrocarburos aromáticos policíclicos-, que son anfífilicos (=anfipáticos o polares), poco solubles y tienden a autoorganizarse en apilamientos que giran creando un eficaz andamiaje para resistir a los químicos que lo frecuentan.

Tanto por todo ello como por las evidencias astronómicas de presencia de carbohidratos, aminoácidos y lípidos en polvo estelar y meteoritos (Murchison), el tránsito inorgánico a orgánico no resulta excepcional. Pero las bases pirimidílicas quieren frío -¿profundidades marinas?-, las púricas calor -¿evaporación en charcas o hidrotermas?- y los pares GC tienen 3 enlaces y los TA o UA dos. Pero el agua nos resulta fundamental para la vida, y a la vez las cadenas largas son inestables en presencia de agua. Pero la concentración por evaporación aumenta la salinidad. Pero antes del GEO muy tardío en referencia a la vida, el fósforo era poco accesible, y desde las proteínas a los ácidos nucleicos, pasando por el ATP, supone lo contrario. Pero las micelas grasas se

desestabilizan fácilmente con un mínimo enjuague o turbulencia (por eso usamos detergente en un aparato que da vueltas). Pero el calor incrementa la eficiencia en las reacciones, y esteriliza por fotólisis y barrido. Pero el anhídrido carbónico ralentiza la reducción (vistas las composiciones atmosféricas de Venus y Marte, y lo bien que venía a un planeta con un 25% menos de radiación un efecto invernadero, a la hipótesis de ausencia de CO<sub>2</sub> y CO le han llamado "optimismo reductor"). El anhídrido carbónico emitido por la actividad geológica y el metano de las reacciones prebióticas hubieran creado un horno como en Venus, salvo que entendamos la vida como mecanismo de almacenamiento y dosificación del flujo entálpico que desplaza energía de la temperatura al trabajo... un aparato de aire acondicionado. Los entornos en los que se consiguen éxitos parciales en la síntesis abiótica tienen en común ser poco plausibles, y retorcidos, por no decir que fantasiosos y contradictorios con la observación.

Media un abismo entre unas moléculas relativamente cortas de naturaleza bioquímica, quizás con sucedáneos del fósforo, tendentes al equilibrio por hidrólisis-fotólisis, y un entorno en el que se almacenara energía en forma de más moléculas peptídicas mucho más largas, con efervescencia tal que la capacidad del medio en degradarlas tendiera a la bifurcación. En la versión actualizada de la teoría aristotélica de la Generación Espontánea, por la que los pulgones nacían del rocío, los ratones del heno y las ranas del cieno; ahora la vida surge excepcionalmente de una sopa o una galleta - hasta la materia nace por generación espontánea de una sopa, aunque le llaman "Fluctuación de la Nada" (sic)-, como si fuera parsimonioso que naciera del petróleo o del asfalto, en el puro azar. En una de las versiones de la navaja de Okcham: si es forzado, es falso. Las fases previtales debieron estar en equilibrio dinámico y parsimonioso con su medio, en una competencia y colaboración entre reacciones autocatalíticas (reacciones que utilizaban energía química para promocionar catalizadores): si no estaban vivas, sí existían y dejaban de existir según procesos de Selección Natural.

Las moléculas bioquímicas "cortas" se agregaron, y no hemos reproducido el proceso, aunque sí otros análogos. A modo de ejemplo, los modelos DCLA de percolación y gelificación proponen conformación de agregados con la reducción de la temperatura, en los que su tamaño deriva de la longitud de correlación, que crece con la historia del sistema, hasta alcanzar el tamaño del dominio. Al estabilizarse en temperaturas próximas al punto crítico, el patrón se conserva aunque los agregados se juntan y separan. Intuimos cómo pudo ser, pero la dificultad en replicarlo, nos hace pensar en lo excepcional de su ocurrencia,... o en nuestra ignorancia.

Azar y Necesidad (Demócrito). El cambio de paradigma necesita reconsiderar el prejuicio de la parsimonia para combinarlo con la emergencia: una sucesión de reacciones plausibles, que llegados a un flujo de energía tal que desequilibra el sistema hasta la decisión de colapsar por la incapacidad de dar salida al flujo de energía, emerge en otra improbable configuración de un microestado con otros atributos -que coyunturalmente ha sido estable en un momento de subidón-, con moléculas más largas y que disipa exponencialmente más flujo de energía en forma de trabajo. 65 años más tarde igual debamos comenzar a reprimir los brindis iniciales: las condiciones no eran las de las hipótesis, y se está cuestionando si los propios experimentos de Miller no nos hayan cegado y hecho perder el camino... de momento no tenemos otro paradigma alternativo, aunque sí muchas versiones del mismo y no falta un eslabón perdido, sino varios. Si la disponibilidad de la salsa pre-biótica en evolución darwinista de la química sobre las moléculas, resulta soportada solamente por modelos de laboratorio forzados y no falsados, su desarrollo hasta la emergencia a mundos pre-XNA es desconocido. Si la presión evolutiva puede medirse por el incremento de la improbabilidad, en esas eras la cantidad de energía a gestionar por los sistemas debió de ser inmensa respecto a su capacidad de dosificarla y desviarla al trabajo de su tendencia simplista a transformarse en temperatura... parece que Venus no dispuso de ningún microestado improbable al rescate y no lo logró.

El diámetro de la insulina anda sobre los 2nm, el de la hemoglobina alrededor de los 7nm; y un virus de la polio es de 25nm o de la gripe unos 70nm. En esas "eras oscuras" solo conjeturamos: ¿hubo una o dos eras entre la emergencia de las cadenas largas y la autotrofia? ¿tal vez más? En

ausencia de oxígeno libre, las moléculas orgánicas tardan más en degradarse que en configurarse. Resulta intuitivo imaginar una "salsa" en la que los enlaces energéticos compitieran y colaboraran por trascender en el tiempo, por alargar su existencia para enfriar el medio, sintetizándose más rápido que lo que la hidrólisis y fotólisis los destruía; haciéndose grandes, plegándose, agrupándose y refugiándose como estrategias de resistencia ("too big to fall"). Es plausible una "sopa" o "pizza" que alimentara a los protosistemas de ciclos metabólicos en reproducción horizontal y cruzada, replicantes de catálisis reflexiva y osmóticos, agregando -comiendo- otros compuestos mientras agua, luz y otros protosistemas los pretendían disgregar, provocando por agotamiento del recurso al hambre, de la que por alguna convergencia resonante autosimilar, algunos sistemas coevolucionaran en autótrofos.

La energía absorbida por el sistema produce equilibrios momentáneos de macroestados menos probables, que tienden a regresar con el tiempo a un estado constructual -mínima energía, máxima entropía, en un tiempo limitado para seleccionar soluciones, tal vez no la más óptima, ni la más fácil, sino la más oportuna, un compromiso negociado entre ambas-, al esparcirse la energía en forma de movimiento -excitación cuántica o temperatura- para poder disipar el flujo energético. Pero los estados cuánticos hacen que los microestados sean en última instancia fracciones racionales entre números enteros, y por ello periódicos, generando un equivalente al espectro de la luz en los estados probables, en los que algunos serán atractores por resonancia y otros se anularan, es decir, cuantificados a nivel de sistema. A medida que se esparce el calor por el sistema, cada microestado guarda un resto entre su energía y la del equilibrio cuantificado, y como la realidad no es homogénea, cual charco que se forma en la cima de una montaña, algunos microestados quedan atrapados junto con su energía potencial. El charco tenderá a filtrarse y a evaporarse, pero según el signo del flujo, nuevas lluvias tal vez lo conviertan en lago.

Mientras los sistemas fueron capaces de gestionar más energía y repartirla en energía potencial, temperatura y flujo de calor a otros sistemas, protegiéndose en configuraciones de moléculas grandes con enlaces caros, hidrofóbicas y electrostáticas, la operativa para dar salida y gestionar mayor flujo de energía, era concentrarse y adquirir mayor tamaño, protección de las partes hidrofílicas por su disposición interna en la estructura 3D,... y hubo situaciones en las que no había disponibilidad de moléculas útiles que asimilar. Ante el colapso de una contaminación de las fuentes primarias, una solución puede ser acudir a esos lagos que se formaron arriba en las montañas, restos resonantes que quieren representar configuraciones fosilizadas de equilibrios energéticos de mayor energía libre y capacidad de trabajo: algunas configuraciones tal vez fueran autótrofas.

La evolución es una sucesión de fases parsimoniosas de desarrollo, pérdida de carga y acumulación de errores -anagénesis-, separadas por discontinuidades en las que emergen nuevos atributos a niveles mayores de complejidad y tamaño -cladogénesis-. Tras la observación, el enfoque del nuevo paradigma es definir la teoría como "sistema disipativo" del flujo de energía en forma de trabajo (sintrópico y refrigerante), sujeto a decisiones constructuales ("optimización energética en tiempo limitado"), y experimentar en las pistas del genoma, en la biología a modo de detalle particular de los procesos de dosificación, como astrónomos que verifican las teorías relativistas, tras haber descrito el cielo. Es en la bifurcación próxima al colapso (clado-evolución a saltos) y en los restos fósiles de los ciclos bioquímicos, donde se está buscando dar coherencia a una narrativa oficial, secuestrada por el prejuicio de la armonía -sucesión plausible de ana-reacciones químicas- y el prejuicio de la excepcionalidad -somos tan especiales que las matemáticas no pueden describirnos-.

Si forzadas son las condiciones para una "evolución parsimoniosa" en el mundo prebioquímico -cadenas cortas-, más forzado es el salto al mundo bioquímico del que nada sabemos, sin incorporar el concepto de sistema vital en selección natural -competencia y colaboración entre la velocidad de almacenamiento del flujo energético en la formación de cadenas largas contra la presión de su hidrólisis y fotólisis-. Lo forzado no resulta plausible, sucede otro mundo prebiótico -pre-XNA- igualmente improbable, que aun así se sitúa en un entorno en el que metabolismo, replicación y membrana son subsistemas funcionales difusos y dependientes y pendientes de diferenciarse hasta la discontinuidad de su función (organización en su sentido más etimológico y directo: de su

evolución de función a órgano independiente).

Los sistemas tienden con el tiempo a acumular vicios e ineficiencias, tienden a diversificarse en subsistemas que se especializan, buscando discontinuidades internas que concentren funciones. Mundos sucios de transferencia horizontal en los que genotipo es fenotipo. No sabemos como emerge de un puré de cadenas polipéptidas y lipídicas orgánicas, a sistemas primero catalíticos reflexivos y después autocatalíticos. No sabemos que monedas energéticas regían el trueque antes del ATP, (aunque sí que hay otras que pueden cumplir con esa misma función, que es moneda posterior al trueque y se desarrolla también en sistemas no aislados). Conocemos la tendencia de toda evolución parsimoniosa a la estructuración en subsistemas separados por incompatibilidad química o física: de la especiación a la membrana, de la intransigencia, de la frontera, la exclusión, xenofobia.

Hay proteínas que almacenan energía, que pueden formar membranas, incluso que pueden guardar información. Los enzimas son soluciones químicas al mayor drenaje de flujo energético, una trayectoria más próxima a la trayectoria óptima y de mínimo recorrido entre dos puntos del espacio de fases. En las fases prebióticas no debían de ser complejas ni grandes: un trapo, el agua, la sal o el alcohol son enzimas para enfriar la cerveza en la nevera. La versatilidad de los aminoácidos hace que sea fácil conseguirlos en las proteínas, pero es mucho más difícil imaginarlo en un RNA hidrofóbico y energéticamente caro. Existen moléculas más sencillas pre-RNA y más estables como ácidos peptidonucléicos, NPA, TAN LAN, GAN,... genéricamente XNA (P. Nielsen), parecidos a las proteínas, y podrían hacer de canales para intercambiar sustancias a través de las membranas primigenias de ácidos grasos, sobre vesículas que por desecación-hidratación se van "ensuciando" (D. Deamer). Los procedimientos para producir in vitro moléculas aleatorias de RNA pueden generar ribosomas autocatalíticos para originar cortos oligonucleótidos -cadenas complementarias de ellos mismos-.

Más allá de los ribozimas RNA de T. Cech y S. Altman, de mundos sin proteínas mediadoras de los replicones, en 2009 J. Sutherland propuso con ultravioleta y fosfato el proceso de obtención de RNA sin enzimas. De nuevo lo que es posible sobre el papel o sobre una placa Petri, puede no haber sucedido... no hemos encontrado RNA autocatalítico "suelto" en ningún ambiente extremófilo ¿estaría vivo un ribocito? Robert y Meredith Root-Bernstein proponen un "Mundo Ribosómico". ¿Podría considerarse vida a un bizcocho molecular de cadenas de moléculas orgánicas (polipéptidos, oligonucleótidos, fosfolípidos,...) en interacción, copiándose recetas en horizontal en vez de reproducirse en vertical, compitiendo por la energía y los electrones? A pesar de intentarlo mucho, no hemos conseguido ni acercarnos. W. Doolittle propone una "filogenia reticulada": comunidad de genes en coepetencia y colaboración, todos cambiándose código y haciendo experimentos, pero tampoco es contingente. ¿Está vivo el Monstruo de Spiegelman?

La vida necesita de una transferencia de información contra el olvido al que obliga la entropía, pero no necesita que sea en cascada,... comunicar e influir no es mejor ni peor que ordenar y estudiar. La transferencia horizontal de las propuestas de configuración es tan válida como la regida por la herencia. Hay ejemplos en plásmidos, transposones, viriones, endosimbiosis de mitocondrias y cloroplastos,... J. Lederberg describe la sexualidad parcial de las bacterias en tanto que comparten horizontalmente código de varias "bacterias padre", transportadas por virus con cierta analogía a un espermatozoide. ¿Acaso siendo hija de su historia, una moral no se dinamiza con información horizontal de otras culturas? Desde finales de los 90 se han descrito procesos autocatalíticos en laboratorio, comenzando por polipéptidos, sin intervención de enzimas ni genoma (Yao y Lee, Nobel en el 57, además describen aminoácidos levógiros y azúcares dextrógiros, algo más estables que sus simétricos).

Según se interprete, hay pistas -DNA repetitivo y mediorepetitivo como DNA individualista que compite por ser redundante; o transposones inútiles, para los que el propio DNA es nicho-, pero no tenemos ninguna evidencia observacional de como en un mundo ribosómico de subsistemas CMR, el protogenoma XNA, el protometabolismo de multimeros, los tioésteres que transportaban energía

y los coacervados fosfolipídicos covolucionaron, resonaron, amplificaron y acoplaron; pero si tenemos la evidencia observacional de que al hacerlo, emergió vida,... pre-vida no-contingente antes que los protogenotes. Organización del almacenamiento de la energía para su dosificación en forma de trabajo e información, en vez de la solución fácil de incrementar la temperatura y aumentar la entropía y el olvido.

La Guerra Fría influyó en un enconamiento de posturas, que hoy, conociendo los procesos de emergencia y resonancia, modularidad y autosimilaridad, resulta absurdo: para los americanos los autómatas orgánicos caían dentro de la categoría "genes primero" -replicones-; para los rusos, en la categoría "metabolismo primero" -autocatálisis-; incluso los hubo no-alineados de "membrana primero" -autopoyético-, pues podían ser formados espontáneamente liposomas, de doble pared en "burbujas", para luego reproducirse a si mismas (son los menos aclamados pues la membrana es necesaria estrictamente solo si una configuración metabólica autosostenible se va de paseo, fuera del sustrato o poro que supuestamente lo sostenía). Todos tenían razón y a partir de metabolismo, información, membranas, almacenadores de energía, transmisores, autocatálisis,... que se relacionaban internamente con otros propósitos y entre si de otro modo, convergieron en emergencia y amplificaron nuevas configuraciones que servían para otros objetivos.

Los nucleótidos son comida para la polimerasa. Las reacciones de catálisis reflexiva (fomento de precursores), incluso anterior a la autocatálisis, presenta dinámicas evolutivas de selección natural en laboratorio. Además tal vez esos ciclos autocatalíticos "chemotones" surgieron de todos los orígenes, en charcos secos y en fumarolas, bajo el hielo y bajo las rocas, en el espacio sideral y en el agua, en configuraciones que replicaban o metabolizaban o traficaban mejor que otras. La televisión no eliminó a la radio, ni las eucariotas a las procariotas, los pluricelulares no se comieron a las bacterias, los avisperos a las moscas,... ¿no debería de haber una continuidad de estados? ¿no deberíamos encontrar trazas, restos, fósiles,... incluso "vida" pre-biótica, aunque fuera marginal y extremófila? ¿quién se ha comido mi bizcocho? Insuficiente información para la falsabilidad de una Teoría de Conjunto. Tal vez la tenemos delante de los ojos y no la sabemos ver: la continuidad parsimoniosa es en los estados y la emergencia entre estados; y los fósiles pre-bióticos están ocultos en las rutas metabólicas.

No tenemos constancia de la existencia del "ylem", -la salsa de moléculas orgánicas complejas construyéndose más rápidamente de lo que se destruían-, pero sabemos que toda emergencia procede de la efervescencia, de un acoplamiento entre fluctuaciones menores de variables del sistema que se retroalimentan y evolucionan cada una por su cuenta, de subsistemas -celdas, órganos- que se especializan e independizan, hasta un nuevo estado de desequilibrio, por convergencia e integración. La convergencia de subfactores -"falsos mínimos"- obliga a la convergencia de subsistemas en "vórtices". El mugido de una vaca es un concepto no reducible a partes con propiedades que lo construyan, sino a módulos de cuya combinación emerge el muuuu. Los subsistemas no suman pequeños mugidos en un gran estruendo: unas ondas se anulan y otras se solapan.

Hoy por hoy el mundo prebiótico resulta tan necesitado de ajuste fino que aparentemente reafirma el Principio Antrópico de Excepcionalidad contra la Parsimonia y la Autoorganización, pero no podemos verificar la certeza, solo ocasionalmente las falsedades. La hipótesis divina siempre ha llegado antes a todas las preguntas,... y es resistente. Con todo el rigor matemático y metodológico, la observación y experimentación por si solas no son suficientes, conviene que haya una interpretación correcta, que no tiene porqué ser la más obvia,... Si no se tiene, la más oportuna o la menos tonta de las interpretaciones alternativas se toma por interinamente cierta sin serlo. Durante siglos la ciencia ha asegurado que los ratones se reproducen del sexo entre una camisa sudada y trigo, o los cocodrilos crecen del barro del Nilo. La diferencia entre lo vivo y lo inerte se difumina al tomar perspectiva epifenomenológica y relativizar la anécdota.

El RNA presenta limitaciones de tamaño de unos 30.000 nucleótidos. El mundo proteínico no es cerrado ni se autorreplica, pero aporta la ventaja de modular y separar la producción de enzimas (lo



que es inteligible y consecuente con la evolución esperada de sistemas). Con un papel equivalente "efecto túnel" del mundo cuántico, sin enzimas catalíticas las reacciones bioquímicas serían mucho más lentas que la preferencia entrópica por el olvido, la degradación y la temperatura. Los modelos y experimentos en laboratorio perciben coevolución de codones y aminoácidos. Una vez emergido el mundo RNA autocatalítico, el relato restablece su sentido y falsabilidad.

La transición a otros mundos pre-genote y prevíricos, parecen habernos dejado algunos indicios: la sustitución del sodio por el potasio; la fotosíntesis con H<sub>2</sub>S y respiración con SO<sub>4</sub> (R.E. Dickerson); el papel de catalizador del manganeso demostrado en procesos prefotosintéticos; las retrotranscriptasas y las RNA-replicasas (V. Dolja); la antigüedad de los riborreguladores mRNA; la naturaleza ribonucleica de los cofactores, que realizan funciones que los péptidos no lograron imitar; el que algunos intrones sean autocatalíticos; las reacciones PCR de la polimerasa (K. Mullis); los retrovirus endógenos que pueden llegar a constituir casi la mitad del mal llamado DNA-basura; la reproducción horizontal de los transposones; la precocidad evolutiva de los extremófilos Aquifex y Thermotoga;... Los fósiles más antiguos de la vida siguen vivos dentro del DNA.

La Catástrofe de los Virus o Ley de Eigen propone que la longitud del genoma es inversamente proporcional a la tasa de error de replicación: aparte del proceso de ribointerferencia, el RNA no tiene corrector y 10.000 veces más errores que el DNA, lo que permite que el mono de Monod realice en esa proporción más "pruebas" aleatorias, aunque tal vez menos auto-organizadas... lo que desbroza la ya yerma teoría de variabilidad aleatoria protodarwinista. Mito DNA y mito RNA tienden a confundirse. El huevo y la gallina: el DNA necesita proteínas con actividad polimerasa, y las proteínas necesitan DNA para informarse de como ser. El RNA contiene ribosa, esencial en la estructura de moléculas universales y claves para la vida: monedas energéticas de curso legal como el ATP (el "petrodólar"), NAD, FAD, CoA, AMP cíclico, etc... mientras que la desoxirribosa, menos reactiva al haber perdido un átomo de oxígeno, se halla casi exclusivamente en el DNA.

El mundo viral es polifilético: proviene de distintos orígenes, tal vez "top-to-down" y "down-to-top", los hay de RNA y DNA, retrovirus,... y entre tanta diversidad tal vez esconde eslabones perdidos al mundo RNA. Varias especies de fagos -virus que infectan a bacterias-, se construyen con U-DNA, desaprovechando el sistema de corrección de errores basado en el uracilo. Acytota o Aphanobionta es dominio agrupa plásmidos -DNA liberado-, priones, transposones y provirus -polizontes-, narnavirus -RNA sin cápside-, virus satélites -virus<sup>2</sup>- y viroides. ¿Son vida? ¿cuantos pies tiene un gato? Dudamos de la condición de vida de un virus, pero no de un espermatozoido, que necesita de las capacidades metabólicas de su hospedador. En 1978, T. Diener describió el primero de los cientos de viroides hoy conocidos en plantas. Son moléculas cortas de RNA tan funcionalmente básico que no se molesta ni en ser mensajero ni en producir proteínas, delegando en su anfitrión. En 1982 S. Prusiner describió el prión, proteína tan vaga que en vez de autorreplicarse prefiere el proselitismo, como el Agente Smith de Matrix, convierte a otras proteínas a las que toca. ¿Están vivos los CRISPR, (editores de DNA o sistemas inmunitarios para procariontes)? La mayoría de las proteínas virales no tienen homólogos en las células modernas, lo que sitúa el divorcio más acá de LUCA. Según E. Koonin, al menos en dos ocasiones se repitió el tránsito similar al DNA, con dos tipos de viriones se habrían originado de manera independiente antes que LUCA (último antepasado común universal de archeas y bacterias). Plásmidos, priones, viriones, secuencias móviles LINE1, SINE,... presentan estrategias de replicación horizontal, quimeras que coexisten con la duplicación del DNA. Los retrotransposones y otros transposones e intrones pueden ser fósiles vivientes autorreplicativos adaptados a la nueva situación (presencia de proteínas).

Se rescatan de siglos pasados sospechosos despejes del problema del mundo pre-RNA, como la Exogénesis marciana -¿ALH84001 biomórfico?- o lejana, que ya avanzara Anaxágoras -útil por la ampliación del abanico extremófilo- y Panspermia en diversos grados, desde moléculas básicas a cadenas complejas, burbujas lipídicas y replicones -por la contrariedad de no encontrar restos, fósiles o evidencias indirectas de procesos prebióticos-,... Lanzamos balones fuera: proponemos buscar en otros planetas lo que aquí no hallamos o no queremos ver. Igual no se mantienen las condiciones reductoras que permitirían la trascendencia protobiótica, igual otros protogenotes,

progenotes y lucas fueron devorados, o igual no los sabemos buscar. Los meteoritos de condritas carbonáceas contienen moléculas similares a las del experimento de Miller, lo que indicaría que el proceso no resulta nada excepcional y que el origen prebiótico podría ser convergente y combinado. Como efecto secundario conceptual, los cosmozoarios -semillas cósmicas- convertirían a Gaia en ser vivo, pues estaría inmersa en el proceso autorreplicante y reproductivo. (Dicen haber aislado células sin DNA, aunque capaces de reproducirse a temperatura de pasteurización, de la lluvia roja de esporas de Kerala en 2001). ¿Por qué hay microbios resistentes al vacío, si ello no ha condicionado su supervivencia?

Si desde su origen hasta ahora la vida ha evolucionado hacia la complejidad y la teoría de las bifurcaciones señala que cada emergencia amplifica la interrelación entre variables, retrocediendo el reloj hacia atrás, llegamos a eras en las que la vida era muy simple, aunque más compleja que lo que podamos replicar en un laboratorio. Si la vida se originó fuera, ¿no sería más plausible que hubiera llegado en un formato aun más complicado para poder resistir las condiciones extremas siderales? ¿por qué iban a ser las semillas cósmicas genéticamente simples para un largo periplo? ¿tan largo en un entorno agresivo, que no hubieran acumulado mutaciones? No resulta demasiado razonable, aunque la alternativa local tampoco lo es. El mismo F. Crick de la doble hélice, propone la panspermia dirigida, como modo de colonización.

Rescatando la definición de vida como “aquel modelo de información capaz de evolucionar”, e intentando entender cual es la mínima unidad química evolutiva, desde 2011 L. Cronin ha estado jugando con un Lego-Kit de moléculas inorgánicas en gotas que se devoran, dividen, crecen, mueren y seleccionan. Ante la frustración de no hallar presencia clara de conjuntos prebióticos activos que no acabaran en la acedia o en la catástrofe, en huida hacia delante y reversionando al Homúnculo, se ha intentado fabricarlos sin mandrágora. Poco después de J.Szostak, en 2007 el Craig Venter Institute, anunció en su Proyecto de Genoma Mínimo la reconstrucción de “vida sintética” Syn 1.0 a partir de Mycoplasma, con menos de 400 genes en medio millón de pares de bases. En 2015 se presentó el Syn 3.0 con 473 genes, ya más organizado, en el que solo 1/3 eran de función desconocida. Por comparación de rutas metabólicas se estima que LUCA tenía unos 600 genes, con una media de 1.000 bases por gen, y algunos modelos computerizados calculan que puede optimizarse al Progenote, la mínima unidad vital, en DNA hasta los 260 (aunque las soluciones de la evolución nunca son lo óptimas ni eficientes que un ingeniero divino hubiera diseñado).

En Investigación Operativa, rama de la matemática que habla de optimización, eficiencia, eficacia y constructualidad, el Algoritmo de Dios, o en su versión de grafos TSP o “Problema del Viajante”, es el mínimo número de pasos en un proceso que media entre dos estados. Sus técnicas de resolución se aplican desde enrutamiento de los servidores en la web, al movimiento de las abejas (ACO), y las soluciones biológicas son en referencia a ello, chapuzas oportunas, resilientes y convergentes, pero no óptimas. También llamado “problema del taxi” en geometría diferencial, equivale al cálculo de microestados óptimos de entre todos los posibles en un “random walk”, y la realidad no tiene tiempo para ensayar todos los caminos y elegir el óptimo, así que se queda con el primero suficientemente bueno para el tiempo de prueba del que dispone para elegir, y si otro sistema toma otra decisión mejor, actuará la Selección Natural: a la ineficiencia energética que dista entre esa decisión y la mejor posible, lo llamamos Entropía. El número de estados óptimo, de mínima longitud, se puede calcular como permutación con repetición, respecto al número de estados de cada longitud recorrida por el taxi entre dos puntos de una ciudad cuadrículada. Para cada longitud o gasto en combustible, habrá un número de caminos también calculable. La realidad no piensa, sino que ensaya, y ensayará con más probabilidad las configuraciones más abundantes, no las mejores.

Las letras del genoma se agrupan en palabras, y en el RNA mensajero también en tripletes llamados codones, de los que los más importantes son los de inicio y final, llamada y corto-y-cierro. Si fueren dobletes de 2 letras, podrían codificarse 16 combinaciones (incluyendo una docena de aminoácidos), lo que sería “a priori” más eficiente sin codones repetidos, y suficiente desde el punto de vista del Algoritmo. Se han modelizado tripletes -recones- 1D y 2D en los que solo una o dos

letras -cistrones- serían determinantes, produciendo 4 y 8 aminoácidos, en vez de los 3D con 16+4 opciones, con simulacros de unos 100 genes -mutones-. El DNA podría codificar 64 aminoácidos, y sin embargo la mayoría de los que existen en la vida son modificaciones metabólicas de los 20 básicos. Hay mucha imaginación, pero insuficiente para acertar con lo que la Evolución hizo. En 2009 Lincoln y Joyce, pusieron a competir a cientos de cadenas de RNA en un tubo de ensayo, algunas ribozimas -RNA con función enzimática-, se alargaron y sobrevivieron unas pocas, aunque acabaron todas decayendo. Contra lo que debería esperarse de un modelo simplificador, la vida en la virtualidad no parece tan fácil como en la realidad.

Con el aporte de energía que desestabiliza la homeostasis y lleve al sistema a una situación en una bifurcación, las innovaciones se seleccionan en los entornos que han contribuido a crear. Cuando las preguntas ya no son mismas y algunas están deshabitadas, algunas de las respuestas que las ocupaban y excluían a las novedades, devienen decadentes y ya no sirven. Sin cambio de paradigma, la exclusión de las soluciones dificulta mucho que una innovación desaloje una peor respuesta que llegó antes, salvo si está en acedia -dejadez y abandono- autodestructiva... siempre en el aislamiento. La realidad es funcionaria, una vez ocupa su plaza no hay vacante si no se jubila, pues tiene que liarla muy gordita para que el expediente libre su función a otro opositor. Toda novedad emergente de un sistema alejado del equilibrio, -con nuevas preguntas-, y periódico, acoplará (¿resonancia?) convergentemente (¿atractor?) propiedades sintrópicas autosimilares en simetría.

Llevando la prospección de la expansión de las galaxias a la viceversa llegamos al Big Bang, y de Ser Humano a LUCA como singularidad autótrofa precursora DNA/RNA/proteína/ATP/membrana. Somos poco originales o tal vez haya un meta-paradigma: tomando como molde la ruptura de simetría entre materia y antimateria, inferimos el punto ciego y replicamos el concepto a cadenas nucleótidas dextrógiras y proteínicas levógiras (necesario para la estructura espacial). Hubo un antes del Big Bang, vida pre-RNA, progenitores ancestros de LUCA y homines antes de Eva. Hemos enunciado las Leyes de la Evolución pero no hemos sido capaces de superar las inercias teleológicas y milagreras de la Fuerza Vital de una "sopa" (en versión definición de vida), el Principio Divino (en versión antropocéntrica), la Excepcionalidad, la Teoría de la Mente (Principio de Correspondencia), el Pensamiento Mágico, o el Lado Oscuro (en versión energía-negativa y bosones XY). Fantasmas, indeterminación y oscuridad.

## EMERGENCIA

El taoísta Chuang-Tzu, ya en el siglo IV a.c.: "El buen orden resulta espontáneamente cuando se dejan las cosas a sí mismas". En Grecia, por esos mismos tiempos, Solón intuía el concepto de amplificación de una bifurcación y opinaba de la calamidad, que como el fuego, de un acto minúsculo obtenía una consecuencia mayúscula. La cosa no pasó de ahí y el conocimiento humano se desarrolló por otros derroteros, hasta que en la Ilustración escocesa reinventó el concepto en el contexto de la sociología. En el s.XIV Ibn Jaldum aplicó el modelo predador-presa, en el que no hay una solución sino muchas de las que solo una existe a la vez, que hoy interpretamos como atractor de ciclo límite. La "hybris" de los gobernantes -soberbia- en su relación con la "asabiyyah" del pueblo -responsabilidad o compromiso social-, que generaba una "nemesis" o "emergencia", de estos ante la decadencia de los primeros; reiniciándose un ciclo en el que se intercambiaban los papeles. La última versión remasterizada del 2016, siempre inventando la rueda, explica fenómenos de tribus urbanas, hipsters, frikis,...

En el XIX, el revolucionario francés J. Proudhon adelantaba que "La libertad no es la hija, sino la madre del orden"; y enunció el Principio Federativo "La noción de anarquía en política es tan racional y positiva como cualquier otra. Esto significa que una vez que la industria se ha hecho cargo de las funciones políticas, entonces las transacciones comerciales por sí solas producen el orden social". Bakunin afirmaba que "cosas y seres tienen dentro sus propias leyes". El patrón se repite y los anarquistas consiguen demostrar que el anarquismo degenerará inevitablemente en cosmos... espontáneamente en orden, convergiendo con la posterior fundamentación teórica del liberalismo radical. El "Orden Espontáneo" se convierte en central para el pensamiento económico de la Escuela de Viena: "La civilización descansa en el hecho de que todos nos beneficiamos de un conocimiento que no poseemos", (F. Hayek). La "mano invisible del mercado", aforismo que J. Smith solo citó en una ocasión y lejos de éste contexto, crea inevitablemente la óptima asignación de los recursos en un "orden espontáneo", cuyas reglas no pueden ser conocidas de antemano.

La tecnología humana ha creado aparatos tan simples como su propia capacidad de conceptualizar la causalidad, siempre determinista y siempre reducible... y nuestro más sofisticado cachivache necesita tal orden y calidad, que le impide ofrecer opciones al entorno y evolucionar. El determinismo construye aparatos con averías: las perturbaciones suelen degradarse en catástrofes. El caos determinista crea colectivos con enfermedades: las perturbaciones convergen salvo excepciones; son más resilientes. La aparente pérdida de información en la historia de cada elemento del "ensamble", se compensa con la generación de información como estructura autosimilar del atractor en espacio, tiempo, escala y función (en su versión más simple, lineal: resonancia, recurrencia, fractalidad y correspondencia).

En los años 20 J.S. Mill, S. Alexander, C. Morgan, D.C. Broad,... entre otros, disertaban sobre la organización de los sistemas, en lo que se llamó Emergentismo. Una ley, característica o propiedad no poseída por las partes constituyentes de un sistema, emerge con el incremento de su complejidad, más allá de un punto crítico del desarrollo de las relaciones entre sus variables y difuminación, y creación y diversificación de nuevas, en una situación próxima al límite del caos, en el "desequilibrio controlado". El punto de rotura o borde de inestabilidad -transición de fase-, tiene la ventaja de presentar variedad de opciones que permiten la comunicación con el entorno y adaptabilidad a cambios del contexto. El nuevo sistema será impredecible, tendrá un conjugado irreducible en sus atributos, divisible en sus vórtices, recurrente y autosimilar. Una rueda tiene una realidad distinta a la de los puntos de su circunferencia, es una o dos o tres,... pero no puede ser media rueda y rodar,... y su realidad emerge del continuo de puntos de su circunferencia.

En su reencarnación científica, el Nobel F. Crick, buscaba el alma: una neurona no tiene inteligencia y nada tiene que ver funcionalmente con el cerebro, pero sin ella no existiría. Los árboles que construyen un bosque no son los subsistemas de atributos comunes o variables de estado en los que se puede dividir (no podemos cortar un trocito de cada árbol para obtener madera de modo sostenible). Si nos dejamos de racanerías y aceptamos que la vida no es un accidente, ni un milagro,

ni una excepción, sino una solución al atasco por exceso de flujo, el reequilibrio inestable al cambio entrópico en el momento en que la adaptabilidad del sistema supera la variabilidad del medio; la vida será por definición de irreversible, inteligible e inevitable. Simulacro equivalente a un experimento en el grado de acierto en la selección de los elementos y relaciones relevantes, para el rango del espacio de soluciones -fases- que aproxime sin excesiva distorsión. Si somos capaces de abstraernos del antropocentrismo de la religión atea que nos lleva a definiciones teleológicas, circulares y autojustificativas, la vida se comporta según un modelo auto-organizativo, que se dispone autosimilarmente en tiempo, espacio y escala, de modo exclusivo-constructual, digerido en Selección Natural, y las propiedades del sistema emergente serán características de la definición de vida (emergencia débil).

La tesis aleatoria obliga a suponer que condiciones más variables (por no tener Luna, por colisiones, por mayor actividad tectónica,...) hacen más frágil la evolución; por el contrario, la tesis caótica obligaría a suponer que condiciones más estables harían más difícil la emergencia de la vida. Si en los primeros centenares de millones de años de nuestro planeta, el entorno era tan dramático como lo pintan, resulta más coherente con las observaciones, una tesis en la que la diversidad sea mayor cuanto mayor sea la variación, y no al revés, -que obliga a la improbable aleatoriedad en un ambiente de escasa adaptabilidad-, para explicar el relativo escaso tiempo que medió entre el “bombardeo masivo” de esterilización, hasta la aparición de los primeros seres vivos.

En 1911 el cuáquero L. Richardson, objetor de la guerra pero voluntario de ambulancias, propuso un primer simulacro atmosférico matemático que resultó un fiasco y dijo necesitar 64.000 matemáticos para calcular el tiempo en todo el planeta. En 1950 J. Charney y Von Newman utilizaron el ENIAC para poner a prueba la hipótesis para Estados Unidos, con escaso éxito. En el 63, mientras trababa de construir una sencilla recreación del tiempo con un ordenador Royal McBee de aquellos tiempos (por lo que entonces era muy complicado), E. Lorenz se centró hasta en tres ecuaciones diferenciales no-lineales con tres parámetros (en realidad fijó dos y dejó libre y acotado a uno), y por redondear a tres decimales en vez de a seis (un cambio menor en la definición de las variables de doble precisión, o una D delante de la función), obtuvo tanta hipersensibilidad a las condiciones iniciales de los vientos de poniente, que parecía demostrar que la inutilidad de construir un modelo meteorológico. Según el valor de un parámetro el sistema tendía a una solución, al caos en el que alternaban dos “alas” -conjuntos de respuestas-, o a soluciones periódicas.

No trascendió fuera del ámbito de la circulación atmosférica, hasta que lo redescubrieran los físicos años después, y nos ha cambiado el paradigma de la modernidad: el mismo concepto del Destino. Lo curioso es que en climatología, que sí lo leyeron desde el primer día, todavía no lo han entendido. Con los economistas comparten el privilegio de obviar cisnes y mariposas, de despejar teorías científicas molestas a conveniencia, y poder meter la pata pronóstico tras pronóstico -a menudo por insistir en modelos estadísticos para sistemas inestables de alta varianza-, y no por un error garrafal de concepto, sino por no adecuarlos al deseo de su público, lo que es más fácil de prever, no reconocer su limitación y no perder el prestigio... ni ensuciar la fuente de la que mana fondos sin parar.

En física determinista un golpe a una bola define su trayectoria; en física caótica una bola golpea a otra bola y sucesivamente,... la trayectoria sería la de una bola en una máquina de “pinball” tras darle con el “flipper”. El cosmos puede cambiar de fase al caos, como el caos puede converger al cosmos: técnicamente definió un sistema en el que de soluciones fijas -puntos y ciclos límite- se pasaba a soluciones transitorias en las que se evolucionaba por “saltos” o “dislocación”, para converger en un estado subarmónico de soluciones. El paradigma determinista va cediendo, pero los científicos son humanos y también se enrocan ante los cambios en sus prejuicios: como además era ruso, a Belousov no le creyeron hasta muchos años después.

Saltos que conversan con pasos. Dislocaciones y fracturas con flexiones y extensiones. A los que opinan del clima en los ascensores, hay que recordarles que la base matemática de los modelos de predicción, son las ecuaciones diferenciales; y a los que opinan de política en la sobremesa, que los

fenómenos colectivos tienen leyes y limitaciones distintas según sea su evolución parsimoniosa o brusca. Con la modificación por un campo externo de un sistema estable, su estructura se adapta laminarmente hasta que no puede dar salida al flujo, se rompe la simetría y sus operadores dejan de ser conmutativos, iniciando la turbulencia. Al determinarse una dirección de cambio, se crea el tiempo y con la oferta de opciones aleatorias, se pierde información.

No se trata de leyes de la atmósfera o de los mercados de valores, de la congelación del agua o de las moléculas de un gas, sino de los colectivos de agentes: humanos, coches, ideas, fonones,... partículas. Magnetización, cristalización, evaporación, revolución, muerte, eclosión,... son así fenómenos críticos, en cuya localidad cambian repentinamente las variables macroscópicas de primer orden o discontinuas. Las derivadas primeras de la energía libre -entropía, densidad, magnetización, etc-, sufren un cambio discontinuo, que permite interactuar con el entorno: varianza y derivadas de segundo orden divergen. En sus puntos críticos de cambio, no comparten el comportamiento pausado de la evolución cuasiestática dentro de una fase. Aplicándolo a la transición brusca entre paradigmas, el crítico de Popper, P. Feyerabend advertía de la "inconmesurabilidad" de las nuevas técnicas, conceptos y axiomas de las nuevas ideas.

El Teorema de los Estados Correspondientes (van der Waals, 1873), indica que todos los fluidos, cuando se comparan con la misma temperatura y presión reducidas, tienen aproximadamente idéntico factor de compresibilidad y se desvían del comportamiento de gas ideal en, más o menos, el mismo grado. Su forma reducida se puede aplicar a todos los fluidos, independientemente de su naturaleza, y a partir de ello se extiende el concepto y confluye con la definición de Feigenbaum por Clase de Universalidad, como un sistema con el mismo número de dimensiones y misma simetría, con independencia de la naturaleza de los agentes del colectivo. La ampliación a Principio generaliza su aplicación desde función subarmónica con máximo, a toda función de estado, de todo sistema macroscópico en las proximidades de un cambio de fase: los sistemas se comportan de modo parecido, independientemente de su naturaleza. Sistemas diversos llegan a la emergencia por las mismas rutas: si la vida es un fenómeno emergente, en sistemas diversos se llegará a la solución: vida. Para las consecuencias de una crisis no importa tanto si es moral, política, económica, identitaria,... sino sus grados de libertad y simetrías.

Los puntos críticos singulares generan comportamientos locales del sistema que arrasan con las "frustraciones entre próximos vecinos" (es un término de la mecánica estadística que describe la contradicción de una variable afectada de exceso de forzamiento por parte de las variables próximas en un sistema). Las propiedades locales existen porque no hay interacción global y/o el rango de interacción entre los elementos del colectivo es de corto alcance. Con éstas premisas se desarrollaron "modelos de campo medio", que aproximan el comportamiento local en las cercanías de un cambio de fase, -una discontinuidad en alguna derivada, una dislocación evolutiva, una emergencia en el nivel de estructura o función, una crisis,...- más dependientes de los exponentes críticos de las Clases de Universalidad, que del hamiltoniano del sistema forzado o de las propiedades o naturaleza del colectivo.

Cerca de un cambio estructural en sistemas distintos con las mismas dimensiones y simetrías, los comportamientos colectivos se parecen y emerge la localidad en las singularidades. Con dimensión mayores, los comportamientos locales en las proximidades de un punto crítico, dejan de ser aproximativos para ser exactos. Todo cambio brusco se asocia a la interacción local y a la concentración en una Ley de potencia: en las proximidades de un punto crítico, su dinámica es exponencial con exponentes no dependientes de si hablamos de partículas, personas, lenguas, colores, electrones, bacterias, coches, ideas, abejas, semillas,... y por ser la precisión logarítmica respecto al pronóstico de la variabilidad, determinista pero impronosticable.

Sistemas con la misma clase de universalidad, que asocia un grupo de simetría, determina una dimensionalidad y propiedades conmutativas, reaccionarán autosimilarmente y no según si se trata de opciones políticas, cambios de estado de un material, salto o extinción evolutiva, soliviantados linchamientos, congestión del tráfico aéreo,... Ante un "Suceso Umbral" (H. Morowitz), crisis,

emergencia o catástrofe, cambio de fase o “dislocación evolutiva”, no importan ideologías ni intenciones, no importan opiniones ni voluntades, estéticas o éticas: el comportamiento será autosimilar según flujos y la capacidad de drenaje del entorno a esos flujos. El proceso creativo (G. Wallas), o la determinación de un subconsciente social (K. Jung), siguen los mismos pasos que una revuelta por la libertad, el paso de superconductor a material resistente, o de tráfico fluido a atasco: un paseo por el relieve adaptativo, con valles de falsa estabilidad (ideas conservadoras, resistentes al cambio); con tantos más paseos y tunelización para probar otros macroestados, como presión ejerza el entorno y/o la competencia; con fases de saturación-incubación-iluminación-verificación (flujo-diversidad-ensayo-supervivencia).

El prejuicio determinista cambia de perspectiva para analizar el conjunto, pues pluviometría, temperaturas, luz, vientos,... están relacionados, e intentar combinarlos al tiempo que en superveniencia los “outputs” sean “inputs” del siguiente simulacro, aumenta exponencialmente el error. En el caos que aparentan los sistemas multivariantes no-lineales, una bifurcación en la causa puede tener efectos dispares y diverger en pronósticos inciertos, tanto como graves modificaciones en las causas pueden tener escasas consecuencias en sus efectos y converger homeostáticamente por mucha insistencia en el cambio que se invierta. Lo sorprendente es que los sistemas se amortiguan y amplifican, divergen y convergen a la vez, según se mire la escala y el tiempo. Ciclos superpuestos que se superponen con trayectorias aleatorias. Una buena patada al que tenga en frente, puede no tener consecuencias. A la vez que toda previsión determinista se desparramaba, Lorenz se sorprendió de descubrir la recurrencia como atributo conjugado a la indeterminación del pronóstico, y con ello el concepto de Atractor, -conjunto de valores al que se tiende por iteración-. De la forma gráfica “extraña” que obtuvo, surgió el nombre de Efecto Mariposa, en el que en las alas se tiende a la convergencia, y de tanto en cuando, entre alas, se tiende a la divergencia.

Retomando la paradoja de Epiménides, Gödel nos había demostrado en los 40 los límites de nuestra capacidad de conocer la Realidad: la incompletitud. Para A. Church, ni siquiera es posible decidir si ciertas proposiciones son demostrables. La inverificabilidad de K. Popper ya había diseñado como obviar la imposibilidad de demostrar la Verdad. A. Turing, definió números no computables en una secuencia finita de operaciones. Tendemos a referir el cambio de paradigma de la física a la Geometría no-euclídea y el Álgebra no-conmutativa, buscando avances en la convergencia de ambas, cuando se gestaba una más profunda reconsideración de Todo en la Estadística del no-equilibrio.

Aplicando los conceptos de complejidad, estructura y organización, Maturana y Varela desarrollaron en 1972 la Autopoiesis en neurobiología. En 1976, R. May describió las cascadas de bifurcación en “mapas” iterativos de funciones discretas con transición al caos mucho más urgente y drástica, y lo popularizó en la modelización de poblaciones; al tiempo que para la coherencia del láser Haken lo aplicaba en la sinérgica. Al comenzar los 80, el paradigma había cambiado definitivamente y la termodinámica disipativa nos descubrió la irreversibilidad y las limitaciones de nuestra capacidad de pronóstico, de la carga de la prueba sobre la predicción en el método científico, pero sobre todo que el olvido es real y que las singularidades -“mal comportadas”- nos hacen libres. La noticia de las limitaciones es mucho mejor que la frustración de no poder conocer el futuro más allá de la bifurcación y con dificultad exponencial el pasado y el futuro adiabático. Sin escharbar, hemos encontrado el tesoro que la filosofía lleva siglos buscando: ¡somos libres!

En los 80, científicos como K. Wilson o R. Shaw, proponían el extraño objetivo de buscar estructura profunda en el caos desde la descripción de lo observado, predecir lo indeterminado -pocas variables interrelacionadas, cuya complejidad oculta patrones-, pero no lo aleatorio -muchas variables independientes, evidencian una distribución-. Los Kosmogoroff-Arnold-Moser introdujeron la autosimilitud en sus rutas pre-armónicas, la resonancia y amplificación de las soluciones, en las que demostraban que la cascada de desdoblamiento del periodo converge para todo fenómeno descrito por funciones con máximo (otros autores han descrito otras rutas con otras limitaciones), y B. Mandelbrot, un espontáneo que andaba a otros asuntos, fue adoptado y lo adaptó con sus fractales, incorporando toda una nueva dimensión a la realidad, un nuevo espacio con

producto directo con las coordenadas espaciotemporales: la escala.

Tal vez en el Bar El Farol de Santa Fe antes que en el Instituto de Nuevo México, en la década de los 90, emergió una nueva etapa en la modelización de la realidad con lo que se ha dado en llamar Econofísica, Sociofísica,... (B. Arthur), como disciplina que hace confluír dinámicas no-lineales multivariantes y teoría de juegos, en base a analogías entre sistemas no solo vitales, sino químicos, ecológicos, históricos,... cruzando experiencias de ámbitos que de entrada no hay motivos para suponer que comparten patrones, y que sin embargo demuestran ser auto-organizativos y concurrentes. Manchas de leopardo, turbulencias en la atmósfera de Júpiter, resultados electorales, comportamiento de las hormigas, de las neuronas,...

La ecología toma de la economía lo que ésta copió de los sistemas en los que se introducen restricciones -escasez-, y en lo que aquí es de destacar, concretamente de la termodinámica de gases, en tanto que como distribuciones estadísticas basadas en agentes. La hipótesis de equiparar moléculas de gas a agentes ecológicos ha resultado tercamente consistente al compararla con la realidad, ampliando algunos de los conceptos de vida no solo a sistemas vitales, sino más aun a sistemas disipativos. La vida sería por analogía un sistema dinámico auto-organizado y estable, en desequilibrio homeostático que gestiona la escasez de materia, energía, espacio, tiempo y entropía: la realidad; y lo hace con mecanismos no específicos de la vida: morfogénesis, no-resonancia, activación-inhibición, atractores extraños,...

Todo ha cambiado, sólo que algunos científicos y muchos ciudadanos no lo saben... o no lo quieren saber. Si la hemeroteca saca los colores a los políticos, la bibliografía hace lo propio con los científicos. Los expertos -científicos baratos que renuncian al escepticismo al confirmar la opinión de quien los nombra expertos-, son malos augures en situaciones alejadas del equilibrio. D. Gardner dedica un libro entero a resumir ese trabajo. La estadística demuestra la falsedad de las previsiones de los expertos al aumentar el plazo, el alcance, la escala, la precisión,... y que la estadística no predice mejor que el azar o que un brujo el devenir de sucesos no-lineales, que son la mayoría. Solo en sistemas muy sencillos, recurrentes, autosimilares, armónicos, incluso multiplicativos, los expertos pronostican mejor que los ignorantes.

Nosotros racionalmente y los sistemas en su desarrollo de modo natural, usamos y usan la extrapolación del inmediato pasado sobre el inmediato futuro, bajo el supuesto del buen comportamiento -continuidad, derivabilidad,...-, lo cual es buen método mientras el entorno no tenga opción a intervenir de modo brusco provocando una discontinuidad, una dislocación, un quiebro, una singularidad,... En la emergencia de un nuevo sistema, por olvido de las condiciones iniciales no hay pasado sobre el que extrapolar y no hay capacidad de predecir el resultado de una crisis, de una revolución, de un nacimiento. Nadie vio venir la Primera Guerra Mundial, nadie ha visto venir ninguna de las debacles de la Bolsa desde el 29, nadie vio venir la Revolución Verde, nadie vio venir la caída del Muro de Berlín, ni el Katrina. Rutherford no vio venir la bomba atómica (opinaba que la energía liberada en la fusión era mínima), ni ningún gurú informático a la Internet (aunque todos después dijeron Diego). La bibliografía y la hemeroteca son particularmente crueles con los galardonados por un Nobel, aunque es de suponer que es por el sesgo de ser los más preguntados. Cualquier predicción válida será por comparación de situaciones de entorno similares en otros colectivos, no por extrapolación del propio sistema: hay que mirar fuera.

La ley de la causalidad nos indica que no es posible extrapolar tras una singularidad. No sabemos cuando se producirá una situación emergente o catastrófica, ni podemos describir cómo será la realidad a otra escala, desde nuestra escala. Por mucho que se amplíen los escenarios iniciales en métodos todo lo sofisticados que permitan los ordenadores del futuro, los modelos meteorológicos no sirven para predecir los eventos extraordinarios del clima -tal y como se hace hoy en día, bajo el nombre de "Análisis"-; ni los revolucionarios pueden predecir con su intención el régimen político consecuencia de su revolución; ni una guerra, el éxito de los vencedores. Podemos intuir tendencias de que se acercan singularidades, pero no pronosticar su resultado colectivo desde variables de microestados, como no nos son accesibles experimentalmente las variables de los microestados



desde el macroestado. Sólo desde la estadística de cómo son las células de una estructura de Bénard, podremos extrapolar la forma de otras células en otra estructura. La predecibilidad está limitada por la estabilidad y la escala. Impredecibilidad y autosimilaridad son propiedades de la emergencia-catástrofe.

El paradigma vigente desde el mecanicismo y reduccionismo, el determinismo y la inercia, que inició Galileo y predominó, asistido de la estadística, ha perdurado hasta el s.XX. Simplificaciones restringidas a situaciones ideales, excepciones entre la abrumadora mayoría de sistemas recurrentes, impredecibles, irreversibles, autosimilares, no reducibles y alejados del equilibrio. Distribuciones estadísticas que sustituyen localmente -en espacio, tiempo o escala- la dinámicas de sistemas. Como un "collage" o un mosaico, una figura irregular puede ser aproximada con elementos geométricos, que al mirarlos de cerca se ven con juntas. El desequilibrio no nos destruye, sino que nos rejuvenece. Marx adelantaba la idea de que el desequilibrio del sistema basado en el capital colapsaría (prejuicio de la mediocridad o de la regresión a la media), confundiendo regresión con degeneración, inestabilidad con error-catástrofe. Schumpeter convino en la idea del desequilibrio, pero lo giró y le encargó el papel de agente renovador. En el 65 J. Lovelock proponía buscar vida a través del desequilibrio en las bandas del espectro de los planetas y lunas de nuestro sistema (en el 93 K. Sagan relanzó la idea).

La teoría de la entropía de Boltzmann no podía explicar como improbables estados ordenados - desde las estrellas a las células- acababan salpicando y ensuciando los menos organizados. Algo tan conocido como la Inestabilidad de Bénard, -turbulencias de agua hirviendo que se comportan de modo coherente en vórtices locales a distancias macroscópicas de centímetros- demostraba la limitación de los sistemas con tendencia al equilibrio, para explicar la aparición de patrones sin información. Las burbujas de una olla, las células exagonales de la superficie del Sol, la radiación cósmica de microondas,... son manifestaciones turbulentas de un flujo de energía que no consigue drenar. Los sistemas complejos adaptativos -o vitales-, encuentran su precario equilibrio en un entorno local de desequilibrio: en vez de crearse y romperse una y otra vez, nacen y mueren en ciclos que se sincronizan con la turbulencia. Es sólo cuestión de tiempo para que la fase de negación de paso a la de negociación.

La matemática demuestra con exactitud que la matemática no es exacta. Dando vueltas en los cuernos del Toro de Duhem, condiciones iniciales todo lo próximas que se quieran, resolverán geodésicas más o menos paralelas, hasta que la una divergerá de modo exponencial de las otras. La idealización es ciencia exacta, la realidad sólo aproxima: el arte de interpretar por simplificación tal que hasta nosotros podamos llegar a entenderlo. Los modelos climáticos poseen las mismas propiedades, pierden fiabilidad exponencialmente con el tiempo más que con la adición de variables relevantes hasta su bifurcación -discontinuidad-, y al revés a partir de ello. Cualquier profano podrá comprender que para analizar por proyección a largo plazo entornos complicados, donde los eventos extraños se hacen raros y los poco comunes relevantes, en los que la fiabilidad fuera inversa al tiempo, resultan del todo inadecuados. Si el sistema es disipativo, atendiendo al exponente de Lyapounov, la precisión es carísima para la variación -diverge- y sólo si converge, prolongar el plazo de la previsión es exponencialmente muchísimo más barato que ampliar la holística (aceptar un modelo más complejo), lo cual hace posible aventurarse en la prospección del futuro suponiendo las condiciones de continuidad del Teorema de Prolongabilidad, sólo en condiciones muy limitantes de continuidad y n-derivabilidad, que es modo preciso de describir parsimonia.

Si la meteorología es un sistema caótico, la climatología podría ser la identificación de los patrones en el caos de apariencia aleatoria, pero ello implica someterse a las leyes multivariantes y fractales, irreducibles, ergo turbulentas, degradativas, históricas, aperiódicas, indeterministas e impronosticables, salvo que adiabáticamente simplifiquemos y, como en cosmología, convirtamos variables en constantes deterministas, conmutativas, laminares, regresivas, aisladas y previsibles. Los estados de equilibrio son adiabáticos: tan estables como frágiles... zombis,... aburridos por decadentes y previsibles: reducibles. Armonía y aritmética: sumas y multiplicaciones. Los modelos de previsión meteorológica son estadístico-deterministas, juegos de suma-0 con las ventajas y

desventajas de sus propiedades matemáticas no exponenciales. Están limitados a la idealización del entorno, a circunstancias parsimoniosas, sin sorpresas, y, por no disponer de un orden oculto que “obligue” a la convergencia, a trayectorias temporales exponencialmente divergentes y pérdida de su fiabilidad exponencialmente con el tiempo.

Puede que no sepamos pronosticar el tiempo a una semana vista, pero es barato predecir el clima a un siglo con la misma herramienta, pues como en cualquiera otra religión, se remite la falsabilidad de las promesas a beneficio de inventario. Ignorar el exponente temporal, la historia de las bifurcaciones, las variables que no son fáciles de medir, las dependencias que no se conocen, los modelos que no refuerzan la hipótesis, la irreversibilidad temporal, la pérdida de carga y demás propiedades de los sistemas disipativos, se oculta afirmando que las tendencias climatológicas son convergencias de los procesos meteorológicos, cuando los análisis de sistemas no-lineales son por definición divergentes. Lo sabemos y lo ignoramos según el interés, pues no ponemos el dinero dónde ponemos la lengua, sino la lengua donde olemos financiación y reconocimiento. El clima se alimenta de radiación solar y un sistema no aislado no se puede permitir el lujo de la estabilidad sin riesgos.

Con las limitaciones de Poincarè y Liapunov, es posible la convergencia meteorológica en la climatología en un tiempo exponencialmente más caro con su extensión, pero las mismas matemáticas demuestran que ni la predicción del clima es imposible desde los modelos meteorológicos, ni la predicción de una quiebra bursátil lo es desde modelos de inversión ponderada. El saber popular tiende a utilizar la propiedad de autosimilaridad, -comparación estadística de situaciones similares-, que es el método que usamos desde que tenemos satélites - respecto a los que los modelos son una extensión-; y el no-querer-saber de los climatólogos tiende a utilizar la propiedad de extrapolación, limitada a funciones en intervalos “bien comportados”, olvidando cuando conviene a la demanda de certezas esa “letra pequeña”, que acompaña a los modelos numéricos.

Utilizando la propiedad de autosimilaridad, a la misma escala es posible aventurar tendencias por comparación con otras “células de Bénard”, pero la realidad no tiene mucha armonía, linealidad, ni equilibrio, con las ventajas y desventajas de sus propiedades matemáticas: fiabilidad exponencialmente dependiente de lo alejado del sistema al equilibrio, varianzas finitas, desconocimiento de la relación causa-efecto, limitación total a la ocurrencia de una emergencia, fractalidad en la convergencia de nucleaciones (soluciones locales en vórtices atractores,...). Cuanta mayor inversión en neuronas y tiempo para la pronosticabilidad de sistemas complejos, los resultados son mucho menos contundentes, ofreciendo una rentabilidad menor al científico, y contra la misma esencia del Método Científico, difícilmente sobreviven a las presiones buenistas de los mecenas ecolojetas y periodistas económicos.

Prescriptores -pasado- y predictores -futuro-, prefieren cooptar entre ellos que ponerse en manos de la humildad de asumir las limitaciones y contradicciones matemáticas de diagnóstico y pronóstico. Corroborar por varias fuentes independientes la tesis o noticia, la extrapolación a largo plazo de tendencias pasadas a corto, la estadística “normal” -gausiana-, aplicar nuestros paradigmas a otros sistemas, es método periodístico y pseudocientífico,... barato en esfuerzo, pero aporta a cambio prestigio, presupuesto y despacho. Arrogantes científicos construyen humilde ciencia -por aceptar las limitaciones-, que les obliga a cambiar sus certezas y dogmas. Por resistencia a todo cambio, transforman a menudo en gestos... desprecian, refunfunan,... Miedo académico al cambio. Si funciona, escondemos bajo la alfombra las contradicciones e incoherencias. Newton sabía que su mecánica no era completa, pero así se trató durante más de dos siglos. Toda teoría ya abandonada funcionó en algún grado, incluso sabiéndola errónea, alguna sigue utilizándose por no haber alternativa. Que la mecánica cuántica sea útil y precisa, no significa que sea cierta (nadie la entiende y depende de demasiados valores arbitrarios de ajuste): funcionarios que han creado la necesidad de su ministerio.

El Método Científico se está adaptando con lentitud a las limitaciones del pronóstico: los modelos

causales predecibles y completos, son la excepción o la simplificación local del comportamiento de sistemas reales aislados tendentes al equilibrio. No somos observadores privilegiados, la limitación del conocimiento, la indeterminación, la irreductibilidad, la emergencia autoorganizada, los sistemas disipativos, la sensibilidad a las condiciones iniciales, la dimensionalidad fractal, la indistinguibilidad,...; pero los científicos históricamente resisten -haber llegado antes a una respuesta rompe la simetría respecto a una mejor hipótesis, y a esa diferencia de esfuerzo en ocupar la pregunta entre el sentido de la flecha del tiempo y su opuesto, se le llama histéresis-, y están tardando más. La capacidad de contagio de una gripe leve, causa más mortalidad que el Sida. Los accidentes de coche son menos dramáticos que los de avión, las silicosis menos peliculera que un escape radioactivo. Importa más la oportunidad de satisfacer una necesidad, el marketing, que la calidad de una hipótesis.

Mecánica cuántica y relativista, -también la dinámica caótica-, emergen del reconocimiento de limitaciones: la información no puede viajar más rápido que la luz entre observadores, ni ser menor ni no-múltiplo de la constante de Planck. La teoría de perturbaciones usa el álgebra lineal sólo en hamiltonianos lineales y avisa; la relatividad usa el álgebra tensorial en “relieves y paisajes” regulares y avisa; la termodinámica usa la indistinguibilidad y avisa; el campo medio usa equiprobabilidad y avisa. Contra la Ley de la Entropía, todas sostienen el prejuicio de la reversibilidad temporal -y despejan al observador la conversión a irreversible, pero determinado-, que es solo una manifestación macroscópica de la excepción del equilibrio y la muerte.

El mercado perfecto, el teorema egoísta, la conservación de la información o la racionalidad en las decisiones, conforman un paradigma superado: no por racionales y lógicos, sus axiomas han sobrevivido a la verificación. Leibniz llamó Principio de Razón Suficiente al sometimiento de la realidad a la virtualidad de los algoritmos, que obliga a la reversibilidad de toda causalidad: la idealización de la realidad por una teoría de la mente. Su teleología: Determinismo = Reversibilidad, impone su contradicción, y si las matemáticas imponen resultados y eso los lleva a afirmaciones incuestionables, también imponen limitaciones igual de incuestionables,... se llega al Dilema del perro Laelaps persiguiendo a la zorra teumesia – o de la Fortaleza Inexpugnable ante el Proyecto Infalible-.

Podemos pronosticar de modo estadístico comportamientos de pocas variables independientes, siempre que no cambien las reglas; pero es muy limitada la capacidad de pronosticar sistemas multivariantes no adiabáticos sensibles (con ordenadores se puede algo más, pero cada “output” que sea “input”, y se añade al modelo, necesitaría de una nueva revolución informática). Aun con infinita capacidad de cálculo, no podemos pronosticar las propiedades de sistemas emergentes (tal vez realizar hipótesis de sistemas similares que ya hayan sucedido), y sin embargo sabemos “a priori” que la evolución hasta la bifurcación será cada vez más rápida (por el proceso de histéresis o elasticidad de la demanda), para cambiar a un orden de magnitud mayor de escala de sus fases y tiempos, en un nuevo nivel de jerarquía: un libro respecto a sus palabras, poniendo a cero el contador de relación entre palabras, al pasar a hablar de relación entre libros. Sabemos que habrá cambios homeostáticos por modificaciones de las condiciones iniciales de los modelos caóticos y el sistema se regulará por competencia y colaboración siempre que haya suficiente diversidad, complicándose, madurando y estabilizándose, convergiendo, con otras unidades de medida, otros conceptos variables,... entrando en bucles de decadencia o progreso,... en ciclos de degeneración o excesos. ¡El futuro no está escrito!

El paradigma del determinismo (Principio de Reversibilidad), la realidad de la potencialidad burocrática y matemática (Principio de Totalitarismo), -y ya que estamos la Navaja de Ockham y el Principio Antropocéntrico-, son inconsistentes entre si y con el supuesto Principio de Conservación de la Información, tanto por el olvido de la aleatoriedad, como también por el teorema de Conway y Kochen, -cada observación genera información-. Para que haya vida, nueva memoria y orden local, debe ponerse el contador a cero y haber olvidado de las condiciones iniciales -incremento exponencial de la varianza-. El libre albedrío resulta ser así una variable cuantificable con la desviación típica (las libertades son conjugadas: la de uno afecta en sentido contrario a la de otros). Vida sería una

estructura disipativa sensible al entorno -interacciona por las leyes físicas y químicas- para gestionar el exceso de flujo energético; un suceso sintrópico coherente irreversible que importa adiabáticamente energía -ligadura,... entalpía- para almacenarla, disiparla o llevarla lejos de la confortable y arriesgada decadencia del equilibrio, la armonía, la estabilidad, la igualdad, la justicia, y los cumbayás, disponiéndola para la turbulencia y la escasez.

Las fluctuaciones de la inestabilidad ponen en crisis constante al sistema viviente y una o varias de estas improbables nucleaciones pueden, por procesos de resonancia viral, hacerse localmente tan fuertes que empujaron a nuevas oportunidades antes inestables, a nuevos nichos, nuevas preguntas, con macroestados, trayectorias, configuraciones, soluciones y respuestas estables con los caprichos del flujo. En aritmética de sistemas -álgebra lineal-, de ser posible un cambio de referencias, implica una conjugada reversible y otra irreversible. Al simplificar funciones, se pueden trocear localmente según vórtices de convergencia, la mayor parte de los sistemas no-lineales e incluso algunos sistemas sencillos se tornan irreducibles y asimétricos. La resonancia -recurrencia en periodos relacionados por números racionales- de las nucleaciones producidas como decisión del sistema ante una bifurcación a distancias, tiempos y jerarquías aproximadamente periódicas, regulares y discretas, son así atributo fundamental de todo sistema emergente: emergen valores discretos en el continuo.

Las emergencias describen las grandes -y no tan grandes- extinciones y explosiones evolutivas. La calma precede a la tempestad, la regresión a la degradación, lo laminar a lo turbulento, la inestabilidad y el equilibrio,... el pasado no volverá, pero el futuro tendrá un patrón típico de nucleación. La historia natural y social es una sucesión de ciclos y dislocaciones, de desarrollos y crisis, de fases entrópicas, adiabáticas y emergentes, de cambios graduales sucediendo a cambios bruscos. Las playas paradisíacas en extremos opuestos del Globo, son vórtices de convergencia espacial, que no se han copiado unas a las otras; los ciclos de la historia son momentos de convergencia temporal; o la verificabilidad de las leyes de la Selección Natural en distintos niveles desde el micro al macrocosmos, son escalas de convergencia fractal.

En 1995, S.A. Kauffman, se lo tomó en serio y propuso modelos de redes booleanas de agentes -azar-, conexiones y funciones - $N$  elementos y  $K$  relaciones- y  $NK(C)$  -cuando diferentes redes interactúan a su vez entre si-, deduciendo conclusiones que ya habían puesto sobre la mesa Gould o el mismo Oparin con su tesis metabólica, que parece preconcebir la vida artificial (existe mucha polémica al respecto, pues las moléculas pierden estabilidad con el tamaño, en ausencia de portadores de información catalítica). El cambio gradual, más de lo mismo, analizable por estadística, queda restringido a situaciones próximas al equilibrio y por ello poco sensibles al entorno o con un entorno que no cambia; mientras que la novedad, el salto cualitativo en situaciones muy sensibles al entorno y lejanas del equilibrio, se analiza por probabilidades y deviene en motor evolutivo principal.

El cambio es fundamental: la Selección Natural no actúa sobre accidentes, excepciones o azar, sino sobre un subconjunto reducido de estados, con propiedades concretas que expresan su límite en las relaciones holísticas que generan un óptimo. Cada decisión identificable por patrones de relación con el entorno, congela un camino que se puede bifurcar a partir de ella, pero elimina el resto de las historias alternativas si la decisión hubiera sido otra. Los ordenadores no son el modelo sino la excepción: monos de Borel, resultan tan tontos como potencia de cálculo desperdician; y las máquinas térmicas recuperan su protagonismo. En la Teoría de los Conjuntos Auto-catalíticos, surgen espontáneamente de la bifurcación correlaciones entre sucesos, patrones de auto-organización al superar cierto nivel crítico del desarrollo de sus interrelaciones, en proximidades a la transición de fase entre estados estables y caóticos -límite del caos, cuando la proporción entre nodos y uniones es mayor que dos a uno-, y la propia Selección Natural es un proceso emergente del sistema, pues no todos los sistemas auto-organizativos se auto-mantienen, auto-repican, auto-gestionan y evolucionan con la misma adaptabilidad, ni a la misma velocidad. Solo los sistemas que se pueden organizar y resistir el cambio y el tiempo -trascender-, pueden participar en el proceso. Pero sucede que con relaciones unívocas, -por ejemplo de un gen para una proteína- se cae en un

ciclo estable de corto recorrido, con tendencia a bucles apáticos y decadentes típicos de los sistemas estables: la mencionada tendencia de las cadenas demasiado homogéneas de aminoácidos a enroscarse sobre si mismas hasta ser inertes.

Los circuitos genéticos de máxima longitud no pasan de 7 u 8 genes. Cuando un gen sirve para catalizar varias proteínas, para autoreplicarse, para traducir,... entre dos y cinco funciones, la búsqueda de óptimos entre tantas posibilidades, hace que se detenga la selección en muchos malos óptimos -falsos mínimos locales- de alta resiliencia (en metáfora geomorfológica, charcos que retienen el agua en lugares altos y que cortan el acceso a un atractor útil, como sería un pantano donde recoger el agua). Configuraciones oportunistas que adquieren una energía potencial en forma de resistencia al cambio. Alta estabilidad con baja fragilidad resultan sistemas degenerados, donde la abundancia de candidatas a mínimos locales, congela el proceso de selección delimitando áreas de influencia en el espacio de soluciones -fases- e impide la autogestión genérica del equilibrio,... la homeostasis.

Sistemas resistentes, estables e ineficientes que difícilmente evolucionarán a mayor complejidad al no estar tensionados por una coepetencia limpia. Aun así, si con mucho tiempo la transaccionalidad se dispusiera por encima, las “formas de catástrofe” o “accidentes del paisaje” tienden a infinito con un número reducido de variables dinámicas, aumentando el número de “atractores”, hasta convertir un sistema complejo en modulado de infinidad de subsistemas autónomos sin tamaño suficiente como para ser independientes, perdiendo la identidad y tendiendo a la desintegración, al acumular un nivel de mutación tal que los errores catastróficos matarán aquella adaptación ventajosa que de haber aparecido sin tan peligrosa compañía, habría trascendido. La estabilidad es un cáncer latente a la espera de manifestarse ante la necesidad de un cambio.

En los 60 Jacob, Monod y Lwoff, demostraron que los genes podrían activarse o inhibirse unos a otros, presentando patrones alternativos de activación que definen las células tipo. Si cada gen contiene de promedio el modelo de una función catalítica y otra metabólica, el número de atractores -configuraciones de máxima eficiencia y estabilidad local- es aproximadamente igual a la raíz cuadrada del número de elementos en el sistema, por tanto, el número de tipos de función. Ni tan poco como para degenerar, ni tanto como para devenir en catástrofe. La hipótesis de Kauffman, es que las células tipo son atractores en número proporcional a la cantidad de DNA en una célula, entonces los humanos tendrían aproximadamente 100 000 genes y 370 variedades de configuraciones funcionales. La cuenta más reciente en los humanos distingue 254 tipos de células, a las que habría que añadir los tipos de orgánulos que contienen, y tipos de procesos bioquímicos que se encargan de funciones vitales -membrana, DNA, RNA, oxidación,...-,.... la predicción del modelo no parece muy alejada de la realidad.

Poco después, restringiendo aun más la aleatoriedad, A.L. Barbási propuso un modelo viral similar a cómo se estructura la referenciabilidad en publicaciones científicas, el posicionamiento web, la reputación, el ranking de los youtubers, el nivel de penetración de un producto, la publicidad viral, la moda, el éxito de los famoseos, la música comercial, los best-sellers,... en el que la optimización se obtiene por modularidad, y los subsistemas tienden a independizarse y atomizarse. El más apto es el más se enriquece, o el crecimiento exponencial de tendencias porqué son tendencia. Su “Modelo Libre de Escala” (fractal o sometido a una ley de potencias), predice desde mucho nodo poco accedido, la selección retroalimentada, hasta pocos nodos muy visitados: grandes redes eficientes de elementos ineficientes que se jerarquizan por acomplamiento y van despreciando los caminos menos transitados. Sendas de hormigas, vacas y humanos. La autoorganización autosimilar se reproduce localmente por sincronización y no por transmisión de información, en cualquier lugar (células de Bénard), en cualquier tiempo (evolución convergente) y a cualquier escala (fractal), y las rupturas de simetría geométrica, temporal o fractal, producen atractores, que son así consecuencia de la no-conservación, por alguna asimetría.

El Teorema Central del Límite, nos indica que la distribución de las variables aleatorias independientes de varianza no nula, tiende a converger laminarmente en una Distribución Normal

de Gauss, con momentos estadísticos mayores que su segundo orden, la varianza, nulos. Ni la armonía ni el equilibrio son económicos ni naturales, sino localmente asimétricos. La Campana de Gauss anuncia la Muerte. Los sistemas complejos adaptativos no-lineales autosostenidos, no son aislados y huyen de la normalidad estadística al disponer asimetría en su flujo, que es varianza distinta por debajo y por encima de la media. La normalidad no es normal en colectividades que perduran en un entorno con cambios. Los sistemas toman energía y materia del entorno, y la ordenan en el espacio y el tiempo, alejándose de la mediocridad, de la normalización gaussiana, de las distribuciones de flujo en las que entra en el sistema un flujo diferente del que sale,... de su equilibrio, de su falsabilidad estadística. En esa situación inestable, las interacciones locales retroalimentadas son generados por patrones no normales -Kauffman o Barbási son ejemplos de modelos, pero hay más-, convergentes a distintas escalas espaciales y temporales, según atractores de complejidad que tiende con el tiempo a estabilizarse, y se seleccionan por ser la realidad escasa e inestable. Estabilidad entre disequilibrios: procesos en los que el aporte externo de energía y orden divergen a la catástrofe o convergen en cuencas atractoras periódicas y regulares.

Tomar la auto-organización y la estabilidad en situaciones de no-equilibrio como un Imperativo Categórico de la realidad, sería rendirse al atajo simplista de la Religión Atea, y entrar en el repertorio de su coro gregoriano: principio antrópico, fuerza vital, totalitarismo matemático, conservación de la información, excepcionalidad, el observador define el suceso, la realidad prefiere la sencillez,... con doctrinas virtuales, votos y consensos ecuménicos, y curias. Si la independencia de las variables nos lleva al equilibrio, y éste a la mínima energía y máxima entropía, ¿por qué la dependencia nos debería llevar a la inestabilidad y a la vez a la convergencia? ¿en qué condiciones emerge la auto-organización en sistemas complejos de variables supervenientes? ¿según qué jerarquía entera o fractal se manifiesta el orden espontáneo alejado del equilibrio? ¿por qué el disequilibrio de independientes tiende a la estabilidad y el equilibrio de dependientes, con el tiempo, a la inestabilidad?

Por mantenerse alejada del equilibrio, al relacionarse energéticamente con el entorno y aumentar su entropía, la vida es el flujo de energía que Suma-no-0. Fantasma que cuanto más corre para alcanzar el cero, más huye. Dos unidades o elementos pueden converger o diverger en el tiempo, pero en el conjunto de un sistema de todas las trayectorias se seleccionarán las más constructuales: rentables. Las mejores soluciones entre el óptimo y el coste de esperar a tener la información suficiente como para conocer ese óptimo. Una nueva perspectiva de la Entropía: lo mejor tal vez no sea lo más adecuado. Vórtices locales a cada jerarquía: patrones de cambio de fase que se repiten una y otra vez como solución recurrente a condiciones recurrentes. Similares comportamientos ante los mismos estímulos, siendo los modelos de información los que evolucionan hacia lo laminar o lo turbulento, hacia lo regresivo o lo degradativo -regresión histórica-, hacia lo integrable-contínuo o lo indeterminado-discreto. Cada pollito saldrá del huevo y se comportará igual que otro pollito en el otro extremo del Globo, sin información ni partícula transmisora que medie entre ellos, sino por convergencia local.

Por teoría de juegos se puede demostrar que si nadie se chiva, es más constructual (adecuado, oportuno, menos malo,...) colaborar que competir, aunque solo sea por el desperdicio de energía de todo conflicto. La Ley del Silencio o el "sálvese quien pueda", representan el código de conducta no escrito del sistema penitenciario lineal e independiente. De no haber soplones, intereses mafiosos, códigos de silencio, bis-a-bis, régimen de visitas, beneficios penitenciarios,... y los presos cumplieran sus penas de modo independiente de los demás presos, se alcanzaría el equilibrio: acabarían todos muertos. La importación de energía desde, y exportación de entropía hacia el entorno, juegan el papel de soplón en el Dilema de un Prisionero que se relaciona con la mafia en la calle, terciando a favor de los casos en los que uno sale de la cárcel y el otro queda en ella de por vida, acusando y callando entre la vida y la muerte en un bucle de retroalimentación positiva.

Convergencia, Acoplamiento, Resonancia y Auto-organización, son así conjunto de soluciones locales, al aportar energía a un sistema alejado del equilibrio y obligarle a decidir si confiesa o traiciona, si huye o ataca. No hay decisiones, sólo opciones aleatorias entre las consentidas por los

atractores en el espacio de soluciones. Si huye y se esconde, asimila poca energía convergerá hacia la decadencia y perderá adaptabilidad; si huye y corre, asimila mucha energía divergerá hacia la catástrofe y también perderá adaptabilidad; si se resiste invertirá energía, por lo que inevitablemente se seleccionará el óptimo resistente constructual, en el que se maximice la adaptabilidad con la limitación de información y tiempo para decidir. La convergencia más que propiedad aristotélica “mágica” o kantiana “imperativo categórico” de un sistema disipativo, más que consecuencia de que el caos contenga algún orden oculto, es efecto de que las personas se comuniquen o que las partículas de un gas choquen, y en el conjunto de soluciones posibles exista al menos una que evite la divergencia, de la que no tenemos porqué conocer causa-efecto. Del mismo modo que el telégrafo-carro-carbón, cambió a teléfono-coche-petróleo; el metabolismo-membrana-genes, cambio a alimentación-multicélula-sexo, o a comercio-intransigencia-memética. De cambios aislados nada nuevo emerge.

Se afina mejor en un coro o en la ducha. El clamor popular suena poco afinado, pero representa los gustos musicales. En la banda de la virtualidad cantan unos pocos músicos con partitura, mesa de mezclas y altavoces, y en el himno de la realidad corea su alegría o decepción toda la afición a la vez. En la realidad las variables son las que son, pero en nuestra teoría de la mente vamos ensayando modelos hipersensibles que introducen o descartan variables, con criterios que ahora sabemos falsos. Los modelos cooperan en la virtualidad de cada paradigma, pero en la realidad son los ritmos los que se superponen, pues las variables participan de varios subsistemas a la vez (codones). El que un ritmo se superponga con otros ritmos, una frecuencia con otra frecuencia, combina en una cacofonía las voces, y ocasionalmente -en relaciones racionales de sus periodos- se acoplan al converger en un atractor, lo que se denomina resonancia y es un modelo recurrente en la física que se aplica en muchos ámbitos en los que se establecen analogías con ondas (Fourier).

En la realidad no existen relojeros porque no existen relojes. Un reloj necesita un relojero si es reversible en el tiempo: tanto funciona su mecanismo hacia adelante que hacia atrás. Tampoco existen mecánicos, aunque sí motores. La vida es imprecisa, con mala memoria, peor ejecución, fallos sobre errores y supone una sucesión de inestabilidades acumuladas en una historia. En las crisis la historia tiene la oportunidad de interferir en el relato y viceversa. Selección Natural es mecanismo sobre un ecosistema de historias de bifurcaciones, restringido por la normativa de la complejidad no-lineal e intervenido por los privilegios de los oportunistas. Acumula chapuza sobre chapuza, y sobreviven las configuraciones que median entre cansarse de si misma o atracarse de parches e idioteces. Tal vez la vida entre trompicones de un payaso sea estresante, injusta y cruel, pero trasciende cual funambulista borracho, siempre al límite, que en vez de cable anda sobre una plataforma de anchura relativa, entre la degeneración y el colapso pues el coste de sustituir la violencia por el acuerdo, se dispone en márgenes dinámicos y moderados de asimetría, insolvencia, insensatez, insolidaridad, insostenibilidad e indeterminación.

El nombre de las cosas condiciona su naturaleza, y quien tuvo la ocurrencia de llamar caos a la complejidad había tenido un mal día. Puede resultar un nombre llamativo, pero poco descriptivo. El caos es determinismo con apariencia de aleatoriedad, pero no es en absoluto estocástico y su indeterminación no es accidental, sino probabilidad. El caos determinista y emergentista son orden tan complicado que parecen desorden y su matemática no es arquitectónica sino arqueológica. Lotería con variables independientes, no es complejidad de variables dependientes. La auto-organización no emerge de la aleatoriedad, sino una organización que ya existe se manifiesta al ser atraída por configuraciones externas que al liberarse con un valor de varianza disparado de la distribución estadística que las ata en el equilibrio, identifican funciones de estado: oportunas. Según la complejidad se estabiliza sobre sus atractores, se relaja y se hace menos exigente en evolicidad.

La adaptabilidad en aleatoriedad será tan alta como baja su velocidad de emergencia -demasiadas pruebas-, y según se transforma en mayor caos -entendido por campo de experimentación más organizado-, mayor será su velocidad de emergencia -menos opciones a ensayar mejor preseleccionadas por los atractores-. Un sistema de organización sencillo propio de un entorno

aleatorio, no estaría organizado de modo coherente con un medio complejo, en el que viviría una organización multivariable propia de un entorno caótico: cuando Colón llegó a las Indias, cambiaba oro por baratijas y un sistema complejo tan resiliente que excluyó al que había llegado antes, teniendo éste la ventaja oportunista. La emergencia fotosintética se reequilibró con un medio de menor actividad en su corteza terrestre y que recibía menos meteoros, pero lo hizo tóxico e incompatible con los organismos que se habían instalado antes, para poderlos superar. La rápida velocidad en la aparición de la vida tal y como la conocemos sería pues una consecuencia esperable de nuestro planeta, y de cualquier otro que reuniera unas pocas condiciones bien conocidas.

Así Vida no es un concepto ecológico -razonado-, sino económico -clasificado-: la gestión trascendente y proselitista de recursos escasos -orden, energía, materia, espacio, tiempo,...- en un mercado de oferta -diversidad- y demanda -variabilidad- en crisis -turbulencia-, con criterios de optimización de costes de disipación del flujo de energía, y limitaciones por exclusión y evolucionidad (velocidad de evolución). El aporte de energía en sistemas dinámicos con agua líquida alejados “a una distancia más o menos constante” del equilibrio, puede haber generado vida celular en un Marte primigenio, en los océanos de hidrógeno y helio líquidos de Júpiter (tan ligeros que todos los compuestos se van al fondo), Venus (la sonda Venera rusa detectó clorinas, sulfuro de carbono y mezcla de sulfuros de hidrógeno y dióxido que reaccionan entre si, lo que sugiere un proceso “vital” que los aleje del equilibrio y disocie), o Titán (la sonda Cassini-Huygens encontró la presencia de iones negativos de tolinas).

Los Sistemas Complejos Adaptativos, que si están basados en la química del carbono llamamos Vida, provienen de la negación del Principio Antrópico por la economía: la escasez de la realidad ante la infinidad de opciones. La escasez provoca competencia, la competencia genera colaboración, la colaboración genera comunicación, la comunicación localiza, la agrupación especializa, la especialización complejiza, la complejidad emerge, la emergencia cambia de atributos relevantes, la relevancia desprecia, el desprecio disipa, la disipación olvida, pérdida de información, de detalle,... y vuelta a empezar, nunca una nueva vuelta, sino un nuevo ciclo.

Una estrella sostiene en un equilibrio homeostático un flujo de energía, nace, muere y se reproduce, compite por los recursos, es autopoietica y se relaciona con el medio, sin embargo no la entendemos como un ser vivo: no transmite a su descendencia la información de su configuración individual y única. A través de la “escalabilidad”, G. West describe corporaciones y ciudades auténticamente vivas, más allá de la metáfora. La vida es la descripción de una categoría en la que hay grados. Hay pre-vida, o tal vez vida, en la música, en la red, en las ideas, en la historia, en la lengua, en la ciudad,... y la hay además a distintos niveles... la vida procariota es polimérica, y la de un organismo complejo tampoco es en base a carbono, sino en base a células. El DNA es un código de significados y significantes. El proceso creativo está vivo. Miguel Angel sabía que su escultura estaba en la roca. Tolkien decía que daba salida a personajes que intuía. La sensación se repite en todo arte, en toda emergencia de un nuevo modo de representar lo que interpreta el creador como realidad. El Arte es Emergencia, y contiene sus propiedades -multivariable, novedad, indeterminación, irreducibilidad e inteligibilidad-, como Artesanía es su Evolución en un entorno adiabático, continuo, reversible, determinado, reducible e integrable.

A menudo un pintor crea una vez arte y vive el resto de su vida copiándose a si mismo y vendiendo su artesanía. Se podría decir que matemáticamente se demuestra que sólo por pura casualidad un artista podrá crear arte de encargo, sino artesanía,... que remunerar el Arte es retrasar su Emergencia; como se puede determinar que un sistema económico intervenido, es retrasar la innovación y la homeostasis social. Quien pretenda conocer el futuro más allá de la aproximación virtual y local de una evolución adiabática de los sistemas, se miente a si mismo y miente a los demás. Solo puede entenderse a priori una emergencia atendiendo a otras similares ocurridas en otros ámbitos que sean a posteriori analizables. Lo que sí puede pronosticarse y con margen de error determinarse es su evolución “artesana”. Hasta el rabo, todo es toro y el próximo pase será lo que tenga que ser. La Ciencia está viva: nace, crece, metaboliza, transacciona, tiene frontera, normas,



orden, se reproduce, está en desequilibrio homeostático, muere,... lo está la cocina, lo están éstas ideas. La Realidad es una Estructura Disipativa Contradictoria: cada vez está más ordenada y más caótica, más determinada e indeterminada, más entrópica y sintrópica a la vez.

I. Kant: “El Todo existió por medio de sus partes, las partes existieron por, y a fin de, mantener el Todo”. La química tridimensional de moléculas orgánicas, los orgánulos -peroxisomas, centriolos, plásmidos, aparatos de Golgi, lisosomas, retículo, mitocondria, cloroplastos, vacuolas, vesículas,...- y protobiontes. Emergieron completos y permanecen cruzándose (la eucariota es hija de archeas en vertical, que hospeda a una bacteria con transmisión horizontal de recetas). Las eucariotas, los organismos, los metaorganismos,... el lenguaje, la música, la moral, las teorías, la civilización y los dioses, emergen completos y trascienden completos. El Universo emergió vivo y permanecerá vivo, incluso restringiendo la definición al carbono.

Cuando cambiamos de actitud ante los prejuicios teleológicos de reducción, exclusividad, excepcionalidad, singularidad, antropocentrismo, simplicidad,... postulamos nuevos paradigmas y la vida puede ser analizada desde definiciones sin fantasmas, desde la continuidad y emergencia, desde la regresión y la degradación, como un proceso local autocatalítico sintrópico, promovido por la selección natural sobre formas de auto-organización de sistemas en atractores cada vez más ordenados, complejos y homeostáticos, ante el cambio de las condiciones ambientales. La frontera entre lo vivo y lo no-vivo es discreta para cada definición de vida, pero como cada científico define de modo distinto la vida, la frontera del concepto se difumina. ¿Cómo puede un concepto irreducible ser definido por reducción?

El consultor pagado con dinero y el experto pagado con reconocimiento, aconsejan de entre lo posible, lo que se quiere oír. La amante del mecenas siempre es hermosa: cualquier simulación contiene al menos Sesgo de Confirmación, por el que una serie coherente de hechos o varias “fuentes independientes” que confirman un relato, se toman por prueba. El resultado objetivo seleccionado condiciona el proceso justificativo racional de las creencias... que el Método Científico trata de mantener controlado -con cierto éxito, pero no total-. Las teorías reduccionistas abiogénicas por exclusión de haber llegado antes a ocupar la pregunta, derivan en justificaciones de porqué no encontramos entornos abióticos -lo más parecido son los ambientes extremófilos-, ni operativos, ni residuales, y siquiera los vestigios y trazas son poco más que sutiles. Tampoco conseguimos reproducir vida en laboratorio más allá de muy parcialmente, incluso la vida artificial en el ordenador queda de “trazo gordo”. Aceptando el paradigma de la casualidad, una construcción singular debida al azar convierte a la vida en un fenómeno improbable, degradado, turbulento y turbio... lo que por excepcional nos encanta y conforta. Si el lenguaje emergió, ¿qué proto-lenguajes onomatopéyicos o básicos han sobrevivido o se han fosilizado?

La Ley de Vida, la tendencia de los sistemas a la auto-organización para el reequilibrio, enuncia aparentemente lo contrario a la Segunda Ley de la Termodinámica. Un ficticio enfrentamiento dialéctico Prigogine-Sloterdijk, podría enunciarse: toda transformación física es entrópica y disipativa, y toda transformación virtual, sintrópica y beneficiosa. Fermiones y bosones: aquellos cuya existencia excluye a los demás de su posición ocupada, y aquellos cuya existencia no está limitada por la realidad. Realidad y virtualidad. La Evolución Convergente -el algoritmo de información y no solo la fisiología del ojo de los cefalópodos, o las capacidades cognitivas de loros, delfines y monos, el enriquecimiento de las castas sacerdotales, la música militar o la popularización de las drogas en toda sociedad-, argumenta a favor no solo de una perspectiva convergente entre la biología del desarrollo y evolutiva, sino añade argumentos a la Emergencia Convergente que se deduce de los simulacros booleanos. En condiciones de energía, materia, tiempo, espacio, jerarquía, entropía y variabilidad del entorno semejantes, en similares condiciones de adaptabilidad (número de agentes y relaciones), la vida será similar. La escritura, la hidráulica en la sedentarización, el derecho, el dinero, la especialización, las normas de tráfico, la mitología, la arquitectura, los monumentos,... emergieron de modo independiente en varios lugares desconectados.

La definición de lo agregado no tiene porqué asumir las definiciones de elementos y relaciones que propiciaron su emergencia. La emergencia sucede inevitablemente en condiciones de elementos y transacciones conocidas, pero ni el momento y menos la descripción de lo que vaya a suceder es pronosticable. Si la vida es consecuencia termodinámica e histórica, un fenómeno agregado y ordinario, la matemática demuestra que emerge siempre que haya cambio, autonomía, organización, tiempo, espacio, energía, materia, flujo, limitaciones, atasco, turbulencia, escasez, y ni siquiera tiene sentido preguntarse si la hay en el Universo,... ¿hay gravedad fuera de nuestro planeta? La excepcionalidad sería que no la hubiera, y la singularidad de lo indefinido es lo que pervierte la definición para justificarnos especiales,... lamarckianos... para concluir que la evolución es a mejor, que el hombre es la medida de todas las cosas (Protágoras), que tiene un destino,... nosotros. Religión atea, que de no estar el nombre ocupado ya, podríamos llamar Cienciología.

Para que entidades como “Gaia” y “Skynet” existan y trasciendan (C. Koch), las múltiples configuraciones tipo que se autopostulen en su límite de inestabilidad, serán impredecibles, inteligibles, irreducibles, autosimilares, recurrentes, conjugadas, y la realización de una posibilidad que llamamos emergencia, será por selección natural en urgencia (el primero que pega, pega dos veces) a menor energía de entre las trascendentes: exclusividad-constructual... no importa solo el flujo del mínimo esfuerzo, el modelo más eficiente, la mejor inversión, sino ocupar el nicho antes que otras opciones, tal vez algo mejores y más lentas, disponer de mecanismos de resistencia de tal modo que una posición defensiva tendrá menos marras que una ofensiva.

Igual nos sorprende a todos y emerge un Cisne Negro en vez de metaorganismos ciberhumanos, pues por definición por muy improbable que sea un evento raro y relevante, lo que no es predecible es el riesgo. Igual la WWW tome consciencia de si misma y cambie del transistor (silicio) a la química del grafeno (carbono) o a la computación cuántica (bit de 8 estados), como ha cambiado el sistema transmisor de estar basado en cobre, a la fibra óptica. La Selección Natural, cooperando y compitiendo, progresivamente -oferta inferior a la demanda- o a trompicones -demanda inferior a la oferta-, dará su veredicto entre las propuestas de la emergencia, que se ordenarán por preferencias según su velocidad en manifestarse, su eficiencia en atrincherarse o desalojar a otras soluciones que han llegado antes, su fragilidad o anchura del margen entre decadencia y agonía al insistir en si mismas, y el beneficio trascendente: reproductivo en cantidad y urgencia.

## CAUSALIDAD, CONSERVACIÓN Y CONTINUIDAD

La matemática, como la poesía, es muy tolerante con cualquier idea que en ella pueda ser expresada, que no por bella o por simple tiene que ser más cierta; y bien llevada puede demostrar una tesis y su antítesis. Al reducir, los procesos más fundamentales son más sencillos, sí, pero la complejidad proviene del desprecio de la interrelación entre reducidos. Todo conjunto aleatorio y finito de números puede ser ordenado para ser reglamentado en una serie con una fórmula que lo represente (J. Balmer proponía la apuesta como mejor método de proyección científica que la deducción). Es útil factorizar cualquier tipo de función a polinomios de relación lineal entre sus términos agrupados por potencias, pero conviene recordar que la validez de la aproximación está restringida a intervalos sobre un valor, a menudo tan particular como un punto crítico.

La física se organiza sobre un mundo ideal de superconducción, gases perfectos, fluidos incompresibles, viscosidad nula, movimientos sin rozamiento, choques inelásticos, variables independientes,... que funcionó y funciona como buena aproximación, hasta que analizando la transformación de calor en trabajo sin pérdida y el momento angular de los cuantones sin emisión, hubo que buscar otras matemáticas. Siguiendo con el vicio de obviar las variables complicadas, lo hicimos con otra idealización, de reductibilidad incompatible con la anterior y ello ha conducido al desencuentro. Partiendo de mundos abstractos distintos, no solo no sabemos como casar paradigmas ideales de la relatividad general -continua- y los campos cuánticos -a saltos-, determinado e indeterminado, pero en equilibrio, sino que además crecen los enanos con los sistemas disipativos con matemática cualitativa de sistemas dinámicos y topología. Al subdividir hasta lo infinitesimal, surgen patrones discretos y límites indivisibles. De despreciar el rozamiento y la aleatoriedad, surgen leyes que lo declaman.

Energía y Entropía son, como la Vida y el Tiempo, conceptos aparentemente contundentes y claros, sabemos lo que son pero no nos ponemos de acuerdo en definirlos, pues depende de la perspectiva y esconden matices, hasta evidenciar nuestra ignorancia. Desde el punto de vista relativista, termodinámico, estadístico, químico, cuántico,... están emparentados pero no son iguales: desde escalares a tensores energía-impulso canónicos y de distintas métricas (Hilbert,...). Cada paradigma -conjunto de preguntas-, lo ve a su manera. El desencuentro solo es una nueva versión de la Teoría de la Mente, por la que la escala del hombre es la medida de todas las cosas y le pregunta a la naturaleza en referencia a lo que entendemos según nuestro acceso a las variables, no en referencia a las variables de cada sistema según criterios que no compartimos: ¿qué sabe un gato del origen del ovillo de lana? ¿qué sabrá una partícula sobre lo que es un momento? Igual es que no entiende la pregunta. No sabría construir el ordenador con el que escribo, ni siquiera entiendo en profundidad como funciona, pero su utilidad para redactar, la descripción cuantitativa de su forma rectangular, su color, su posición en el espacio y en el tiempo, su escala,... no verifican cualquier opinión sobre su tecnología; aunque como argumento para demostrar lo mucho que lo conozco sea el predecir cómo debe de ser otro ordenador que otra persona al otro lado del mundo, tiene sobre la mesa.

Energía procede del vocablo griego que se refiere a "actividad". Entropía es etimológicamente "vuelta" en sentido figurado de transformación: "evolución". La actividad puede producir o no cambio, según si está sujeta a la interrelación con otras actividades o no, y su convergencia conceptual se encuentra en el desequilibrio y en la fricción: interacción asimétrica. Al modificar un estado de movimiento en un sistema, convertimos energía en trabajo y en fricción, que a su vez se transforma a nivel atómico en excitación cinética de campos cuánticos en los átomos, que es temperatura,  $T$ ; en ineficiencia,  $S$ ; y energía interna que se queda entretenida en la estructura del sistema,  $U$ , pendiente de tomar su turno en lo uno o lo otro.

Los campos cuánticos son idealmente inelásticos sin pérdida (la energía absorbida y liberada por un cambio es indistinguible, idéntica y simétrica o antisimétrica). ¿Son realmente reversibles e independientes de la flecha del tiempo?: sólo si no son fundamentales, es decir, si son a su vez sistemas con agentes a otra escala aún menor. En cada fotograma habrá una distribución que variará con el tiempo. A su vez la energía entretenida, se distribuye entre la energía cinética que fluye a

menor velocidad que  $T$ , debido a la estructura del sistema, la fricción y la que se transforma y consume en modificar esa estructura del sistema, que puede adquirir propiedades dependientes en una escala mayor. Entre un estado y otro el reparto de la energía según su velocidad de transformación es variable en el espacio, pero aunque no quepa, siempre quiere jugar a sumar cero. El movimiento de una partícula en un colectivo estará sujeta a situaciones discretas de decisión estocástica -encuentro con otra partícula con otra energía cinética, de tal modo que su interacción tenga varias soluciones idénticas, y haya que elegir alguna-, pero todo el sistema de partículas no tiene porqué estar sujeto al azar,... o sí. La escala lo cura y lo estropea todo.

En cualquier jerarquía, la energía y su derivada o flujo, son magnitudes conservadas y si se concentra el espacio, se alarga el tiempo, o viceversa... ¿ergódicamente? Lyapounov ya había demostrado que la ergodicidad es una aproximación a una realidad en la que el tiempo discurre más rápido que la expansión del espacio. Se puede plantear como la conservación de la energía en el espacio-tiempo de cuatro dimensiones; pero otro modo es que el movimiento no debe romper el fluido: velocidad  $\times$  superficie (Ley de Continuidad en formulación de Bernouilli). Entre escalas el movimiento no se pierde, sino que se pulveriza y desparrama cuánticamente por los átomos de modo inútil para ser útil a nuestra jerarquía, como sistemas que somos y con los que interactuamos; pero no lo hace en juego de suma-cero, pues al no ser la relación entre espacio o tiempo lineal, tampoco lo es su escasez. Si escasea el espacio, aumenta la disponibilidad de tiempo (menor superficie, mayor velocidad. Sin barrera, sin aportar energía y en caso adiabático, al ser todos los átomos campos de similar configuración interna -desde nuestra escala los idealizamos como idénticos-, media cierto tiempo para que la excitación se esparza de lo local a lo general y lo hace a distinta velocidad según el camino hacia la uniformidad y autismo que caracterizan al estado de mínima energía en todos los puntos. El flujo a un estado homogéneo, puede ser laminar o turbulento, radiactivo o convectivo.

Al revés, de lo menor a lo mayor, para la física cuántica la variación de la energía interna almacenada en la excitación, es reversible como función de estado -es conservativa a nivel subatómico-, pero irreversible una vez se invierte energía en generar una estructura estocástica no-óptima o “rugosidad” -es sobrejectiva, o una causa puede tener varios efectos con cierta probabilidad, como un lápiz sobre su punta al dejarlo caer-. Si sólo hay una realidad, el lápiz “decidirá” caer en uno y sólo uno de los ángulos posibles... pero no dudará en caer: el mundo de la probabilidad colapsa en información. Si se toma como función continua, -flujo- la energía se desparrama a distinto ritmo según su “rugosidad”: el movimiento que remolonea en el sistema tiene grados de elasticidad según la naturaleza de los flujos que se configuran. Como la mecánica cuántica perfectamente elástica no permite dicha pérdida -es reversible-, la simplificación útil es que la no idealización se desplaza al colectivo, y el rozamiento debe de estar en las relaciones cinéticas establecidas entre los átomos y no en ellos mismos: la historia de los choques en sus trayectorias, la estabilidad de los enlaces, la características electrostáticas de polaridad, las formas de las moléculas, su cristalización, las superficies que se ofertan, su relación con los volúmenes,... la irregularidad asimétrica convierte un proceso reversible en temporalmente anisótropo, por separar idealmente el análisis del espacio-tiempo en espacio “rugoso” y tiempo “liso”, cuando es al revés: el tiempo es el que introduce la asimetría el espacio. Si la energía fluye cual agua, en una colina cubierta de arena cual materia, puede haber isómeros de distinta probabilidad si y sólo si la energía se invierte localmente en modificar la materia. La rugosidad es localidad.

La realidad se presenta ocasionalmente como sencilla y analíticamente predecible. Para visualizarlo, imaginemos a Sísifo subiendo un cántaro lleno de agua a una colina idealmente lisa -metáfora de la mecánica cuántica- e impermeable: toda la energía escurrirá uniformemente hasta la base constructual -de mínima energía- (si no fuera impermeable la velocidad de escorrentía por la superficie sería distinta a la velocidad de drenaje por el subsuelo). Si el cántaro es grande, caerá agua por igual en toda la superficie, pero si sólo salpica una gota, no podrá cubrir toda la loma, y decidirá un camino por el que caer: romperá la simetría! La trayectoria inercial coincidirá con el óptimo del flujo a mínima energía. Sin la irregularidad de disponer de varios caminos no hay

rugosidad, y tanto energía como flujo se conservan. También puede haber sistemas complicados, no analíticos o no lineales, que sigan siendo simplificables, por ser reversibles (los llamamos caóticos).

Para incluir el concepto de flujo reversible, que drenara la energía a los ritmos distintos de la escorrentía y de la filtración del agua, podríamos ampliar la metáfora a complejidad periódica - reversible- y permitir una filtración sin retención: “efecto túnel”. A Sísifo le seguiría bastando con la Primera Ley de la Termodinámica, mientras el flujo por uno y otro fuera siempre el mismo, pero le complicaría mucho su trabajo si ambos caminos fueran aleatorios para una gota suelta: no supiera “a priori” cuanto escurre y cuanto drena. En cualquier caso un Universo “liso”, homogéneo, será invariante a la escala, pues el flujo no atendería a irregularidades locales. Si por el motivo que sea se introduce una modificación local, una encrucijada de caminos, se crea una situación rugosa local aleatoria que puede ser nivelada por el conjunto, o ser amplificadas por algún mecanismo, si y sólo si hay una asimetría: una solución de probabilidad privilegiada.

San Agustín estableció la perfección del Cielo y lo que contrariaba a Urbano VIII no era tanto la tesis copernicana, que también, sino sobre todo la arrogancia de Galileo, al ofrecer a sus acusadores que observarían por ellos mismos las imperfecciones del cosmos -orden-, mostrándoles una linterna -“esponja solar”- sombras en los cráteres de la Luna, o los eclipses en los satélites de Júpiter a través de su telescopio,... La historia se repitió con Darwin, no tanto por su tesis evolucionista, tolerable al retroceder hasta una “Creación”, si así la hubiera planteado sin miedo a Emma, sino por derrumbar con el cambio local, concentrado y aleatorio, una disciplina entonces de moda: la “teología natural”, que extendía la medida del bien y el mal según la horma del hombre, a la Naturaleza, con sus víctimas y pecadores, depredadores y parásitos (a pesar de todo, tal visión permanece en nuestra sociedad a través de la ñoñería Disney y del “propósito” en todas las cosas). Un Universo liso y pronosticable se transforma con la sobrejectividad en un Universo con opciones aleatorias.

Un Universo rugoso y sin escasez, mientras sea simétrico, tendrá siempre una solución a la “ecuación diferencial” entre conservación de la energía y conservación del flujo de energía. Si se produce una “decisión”, se perderá entre otras muchas equiprobables. La escasez genera asimetría, o la asimetría, que es imperfección, escasez. En un Universo “no-liso”, por interacción, azar y localidad, el flujo en la transformación de energía depende del camino. Si aceptamos el azar, que en fin es el Principio de Causalidad, no habitamos un mundo perfecto en que la Naturaleza selecciona aquel futuro mejor, pues no conoce las consecuencias de sus decisiones. No selecciona opciones o moldea según un óptimo de utilidad, que no conoce, hasta no haber andado desde la causa al efecto. Las configuraciones, como los organismos, heredan forma y estilo, estructuras y funciones, vicios y chapuzas, que limitan y ofrecen oportunidades aleatorias, inmediatas y locales. El mecanismo de adaptación al futuro depende de la “serendipia”.

¿Nació el Universo con la asimetría o fue el capricho de un dios gamberro? En un sistema sometido a una pequeña perturbación no lineal, algunos toros serán deformados y otros destruidos. Las relaciones entre concentraciones locales, agrupan los torbellinos según su no resonancia: aquellos que tienen un cociente de frecuencias suficientemente irracional. “Grandes espirales generan pequeñas espirales, que se alimentan de su velocidad. Las pequeñas espirales generan espirales menores. Así, hasta la viscosidad” (L.F. Richardson). El espectro de las cascadas de Kolmogorov describe desde condiciones iniciales homogéneas e isotropas, la estructura generada en cascada energética de las turbulencias, por aporte de energía superior a la capacidad de drenaje de su flujo. De un sistema totalmente liso, por refuerzo de la relación en niveles irracionales entre elementos que compiten por ocupar el mismo espacio-tiempo-escala, el flujo de energía que entra define la escala de las turbulencias primarias, expandiendo según su eje y comprimiendo en perpendicular, hasta otra escala de salida en una disipación “rugosa”, cuando la viscosidad los frena y destruye. La energía inyectada a una escala disipa en escalas menores y rompe alguna simetría. Sólo un Sísifo solitario y único, tendrá probabilidad nula de encontrarse con otro Sísifo que sostenga su castigo eternamente, pues al entrar otro condenado en el Infierno, o una inhomogeneidad, inevitablemente habrá una interacción y por tanto una dirección preferente en la rugosidad. Con diversidad local

habrá algún tipo de repetición entre dos lugares o dos momentos, habrá periodicidad y por tanto habrá diferencia entre soluciones resonantes racionales e irracionales, creando niveles discretos.

Sin escasez de tiempo, los Sísifos evolucionan de equilibrio en equilibrio, pero un exceso de flujo puede obligar al paso por un microestado disipativo, fuera del equilibrio, sin tiempo para transitar de orden a orden, introduciendo irreversibilidad y descompensando el sistema: le llaman Fluctuación de la Nada, pues nada significa. Imaginemos en una jerarquía mayor, a Zarathustra de camino a su cueva desde donde divisa a muchos Sísifos, que han establecido relaciones de ayuda mutua, en una cordillera de colinas irregular y porosa -metáfora de la dinámica de sistemas-, cada una de distinta altura, forma,... todas lisas, pero que se organizan según atributos moleculares y sistémicos procedentes de la configuración de las colinas en cordillera. Nada nos lleva a mejor, a una causa final, hacia más de lo que sea. Con la desertificación producto del sobrepastoreo, los camellos sucedieron al carro en el Oriente Próximo, el futuro regresó al pasado. Nada obliga a avanzar, sino a cambiar.

Parte del agua escurrirá, parte mojará y/o se evaporará, parte filtrará pero también será retenida por el suelo y en cierta proporción transpirará, en su intercepción se formarán charcos, aumentará la humedad en la atmósfera y la probabilidad de lluvia, las filtraciones tendrán distintos caminos y no llegarán a la vez los manantiales que la escorrentía de los ríos, las plantas crecerán y morirán,... las variables se hacen dependientes y no siempre linealmente. Todo sistema almacena energía según las propiedades de los niveles de energía de los átomos, pero también de la polaridad y forma, de las relaciones electrostáticas y enlaces de las moléculas entre ellas,... hasta niveles macroscópicos, e incluso hasta abarcar el Universo. Cada átomo de la Tabla Periódica no posee atributos intermedios ni proporcionados de los átomos próximos: el boro no tiene propiedades parecidas o intermedias al carbono, ni el oxígeno al azufre. En los cambios de escala no hay progresividad.

Si es cerrado, la cantidad de agua del sistema ni se creará ni se destruirá, se transformará en agua a distintas velocidades y por distintas caminatas de flujo. El flujo se concentrará en ríos y se entretendrá en paseos aleatorios -con encrucijadas de la rugosidad en las que varias opciones son igualmente válidas- que cada uno a su ritmo, por caminos cada vez menos aleatorios -cauces-, acabarán en el mar homogéneo de mínima energía. En la consideración de la energía en el tiempo, la rugosidad o irregularidad en la combinación aleatoria de átomos con campos “lisos”, se introduce la diversidad en el devenir, ésta la demora del flujo por diversidad de caminos, que al reducirse el caudal y aumentar la superficie por hacerse mayor el tiempo en completar un ciclo, no le queda otra que concentrarse localmente, contra la natural tendencia del resto del Universo a ser cada vez más liso. Una estrella es como un charco que concentra localmente flujo de energía en un sistema que a escala global la va diluyendo,... y con el tiempo la energía de la estrella se sumará a la tendencia general... el charco se secará, o la geología moverá el suelo y el agua drenará.

Si el radio de interacción entre partículas y el tiempo que media entre interacciones son mucho menores que los del sistema, los equilibrios serán locales en el espacio; y los reequilibrios se estructurarán por capas de localidad y temporales. Análogamente los equilibrios en el tiempo o en la escala, obligarán a estructurarse discretamente al espacio. Los átomos no serían iguales, la energía de sus estados cuánticos no sería igual, las propiedades de cada elemento y cada isótopo divergerían, los enlaces no tendrían la misma energía, ni las moléculas serían simétricas, su reacción no serían igualmente probable según su ubicación espacial o según sus vecinas, y la irregularidad en el almacenamiento, dosificación y desplazamiento de la energía. Si además el sistema no es aislado y/o tiene su propia dinámica de conjunto: se expande como el Universo, rota como un planeta, o cae como una piedra, presentará comportamientos inhomogéneos por fricción externa o interna. Es más difícil construir y reunir la Biblioteca de Alejandría que quemarla. ¿Descalifica ello la aproximación aquí expuesta?... paciencia.

Si todas las soluciones son equiprobables, todas las soluciones son óptimas y todas las soluciones son microestados de un único macroestado. Una asimetría en la probabilidad de una solución para la “ecuación diferencial de conservación”, se periodificará generando una nueva situación de

soluciones equiprobables, salvo que parte de la energía se desvíe a cambiar las probabilidades: cualquier ruptura de simetría, como cualquier cambio de fase, consume energía en cambiar, y como debe conservarse, la desvía de la energía cinética. Al cambiar la escala de colina a cordillera, se construye un paisaje en el que hay diversidad: ondonadas, grietas, valles, de distinta rugosidad,... que es una configuración de aleatoriedad, en una organización cada vez más enrevesada (por analogía didáctica de teoría de cuerdas se habla de “paisaje”). Todo Sistema Complejo aislado tenderá a que toda la energía potencial se transforme en cinética y acabe en un tiempo, en la uniformidad. Si no es aislado, la energía que intercambia con el exterior también debe ser estable para el equilibrio: llueve y el río no se seca, pero si no llueve lo suficiente reduce el caudal o si llueve demasiado se incrementa. Sólo si no es simétrico habrá ineficiencia en la conversión de energía potencial en cinética y viceversa. Así en la escasez o el exceso, para romper la equiprobabilidad se necesita además romper una simetría.

La distancia a lo conservativo, a lo inercial, a lo simple, a un sistema de partículas tan poco denso que no se encuentran ni relacionan, o tan denso e interrelacionado que todo es igualitario, a lo regular y lo homogéneo; es la medida de la aleatoriedad, la ineficiencia y la irreversibilidad. Si se aísla, tenderá a la convergencia estadística de los caminos aleatorios -Teorema de Recurrencia-, y sólo circunstancias locales o temporales pueden modificar puntualmente un lugar dónde las relaciones sean asimétricas. Si un valle local retiene el agua, el cántaro subirá menos lleno y Sísifo hará un viaje no-óptimo, pero no lo sabrá antes de bajar, sino al subir. Su caminata cuesta arriba será ineficiente con el cántaro sin llenar, en cambio, si llueve tanto más que la capacidad de drenaje se ve excedida, el agua no va a esperar su turno para bajar por los canales estables y escurrirá por cualquier lado: la velocidad del flujo excede a la de proceso de la información, que ya no sabe repartir óptimamente el caudal, para que toda la energía potencial se transforme en cinética. Toda ruptura de simetría distingue entre solución óptima y mayoritaria, y si se adopta democráticamente una solución razonablemente buena para el limitado tiempo del que se dispone para decidir con información incompleta, la ineficiencia será la distancia entre ambas.

La temperatura como variable de estado en una jerarquía superior a la energía cinética de las partículas, es un valor estadístico que puede ser irracional, si dicha transformación tiene pérdidas por ineficiencia: entre  $n$  estados cuánticos los valores promedios pueden no corresponder a ningún nivel posible. La división entre energía y probabilidad tiene resto, salvo al coincidir ambos valores: en un Ciclo Armónico, o añadiéndole una dimensión para lograr un Ciclo Analítico. No representa demasiado problema para Sísifo mientras que por complicado que sea el proceso, sea desde periódico a caótico: ambos cambian al mismo ritmo y se van encontrando según “acordes” consonantes que se suceden con patrones limitante. Pero desde el punto de vista de Zarathustra el ritmo de varios Sísifos tocando afinados, rompe la armonía, si al ponerles objetivos, como en las empresas, no media entre ellos mecanismo de autoorganización. Parte de la energía potencial del agua se retiene en charcos o en humedad y al llegar abajo, la energía cinética ha disminuido, habiéndose quedado parte del potencial entretenido por el camino. Melodías solapadas producen ruido y sonidos armonizados, música. La belleza de la orquesta deslució el virtuosismo del oboe.

El diferencia de energía entre dos puntos será igual al flujo en cualquier instante si y solo si se espera a la última gota para reiniciar el ciclo. Si llueve sin que toda el agua haya llegado al mar, se solaparán ciclos. Si los Sísifos son autistas, la música se vuelve cacofonía, y hasta pueden intercalarse incómodos silencios. Es la representación del caos determinista, pero si se coordinan por resonancia, pueden ofrecer una sinfonía compuesta, aunque para ello deben escucharse unos a otros, interrelacionarse, acumular un relato de experiencias cada vez más complicado... incrementar la información. Las Zardas de Montis no se pueden tocar a una velocidad infinita: llega el momento en que intérprete bien se atropella, bien se salta notas. En el caso en el que el flujo sea superior a la capacidad de drenaje, se producirán dinámicas turbulentas y sea por ruido o por melodía, la interacción que rompe la armonía, produce viscosidad, aleatoriedad y complejidad. Incluso la turbulencia tiene un límite para estacionarizar los ciclos, aunque sea alejados del equilibrio, y al haberse generado un tejido de información, puede proponerse aleatoriamente una configuración,

una operativa nueva, que drene mejor dicho exceso a cambio de la inversión de parte de la energía en el cambio organizativo. Cambio que puede emerger a una escala superior dejando un resto, notas que no ha dado tiempo a pulsar, cenizas no utilizadas al poner el contador a cero en una nueva escala de las variables de estado. El mejor de los libros puede no utilizar todas las palabras del vocabulario.

En un número finito de partículas, cada una con su posición y velocidad, cada una con su energía cinética, tras un instante, algunas habrán interactuado, chocado y cambiado su dirección y su energía, unas a más y otras a menos. Ante cualquier cambio unos ganan y otros pierden, salvo que por alguna circunstancia local, que no estadística, los haya más que ganen respecto a los que pierden, o que los que ganen, ganen más que los que pierdan, o que los que ganen más, ganen más rápido más que la velocidad a la que pierden los que pierden,... La localidad es injusta, y en su codicia los que ganan, se seleccionan entre los que ganan más rápidamente más energía si ésta tiene que drenar más rápido para conservar la continuidad, contra la tendencia estadística a la máxima entropía. La localidad se estabiliza sólo si puede sostener un pseudoequilibrio más sintrópico, menos entrópico, homeostático, y ello sólo podrá ser si hay cambio estructural adecuado a la circunstancia local sostenida que lo genera. La energía cinética sumada de todas las partículas no podrá incrementarse sin aporte exterior, pero podrá ser menor si parte se desvía a otros menesteres. Todo cambio estructural requiere energía por ser cambio.

La ineficiencia de la energía desviada a modificar la interacción con los demás agentes o con el entorno, se suma al precio en la ficha que por el lucimiento del atleta pierde, por jugar en equipo. Las cenizas son ineficiencias en los caminos que recorren los Sísifos y por ello rugosidad. La rugosidad propone decisiones estocásticas, y el azar introduce los valores irracionales entre valores racionales: al compararse su ratio no es periódico y ese resto, que aparece al considerar la aleatoriedad, se pierde pero no desaparece (con suficiente tiempo, más adelante acabará encontrando el camino). Si la Entropía es ineficiencia o no conservación del hamiltoniano, la hemos descompuesto en energía invertida en generar un nuevo macroestado modificando la interacción, o en otorgar mejor probabilidad al conjunto de nuevos microestados que han perdido esa energía en forma de "resto". Para que la Entropía siga siendo un concepto único, ambas cantidades deben coincidir. ¿Por qué el "resto" irracional, las notas no tocadas,... debe coincidir con la energía cinética del agua perdida en erosionar un nuevo cauce de drenaje? ¿Todo lo desperdiciado es reinvertido productivamente en nuevas configuraciones? La energía no se está quieta esperando -va a la velocidad de la luz- y no se diferencia entre malgastada e invertida: de algún modo se distribuye la energía potencial que no se usa inmediatamente en movimiento, siempre que a la vez se conserve energía y flujo, en dinámica cuasiestática de equilibrio a equilibrio, en un mercado maduro, con tiempo para que las decisiones sean las óptimas, sin que su solapamiento solape y confunda la información de un ciclo con el siguiente.

Como el agua se reparte en escorrentía superficial, infiltración, evapotranspiración,... el calor se reparte entre trabajo mecánico, energía "elástica" que se derrama sobre todo el sistema en forma de temperatura, entalpía o energía de fricción en diversos ordenes de magnitud del ritmo de intercambio con el entorno, y entropía o desvío para la reinversión y para la juerga. Lo uno se transforma en lo otro y diferentes ritmos establecen diferentes voces, que sólo con el tiempo acoplan en acordes resonantes por selección natural de eficiencia energética a otra escala. Vuelve a llover antes de que toda el agua del ciclo anterior haya drenado y se haya evaporado para precipitar. Lo que es liso para el Sísifo a una escala, puede no serlo a otra escala; pero mientras sea una evolución de soluciones en equilibrio entre conservación de energía y de su derivada, incluso tras la ruptura de alguna simetría, el devenir seguirá siendo reversible y por ello pronosticable sin probabilidad de error. Cada instrumento extrapola las notas que los demás sonarán, pero como no hay partitura -Ley de Causalidad, o el efecto no produce causa-, no siempre acertarán. La realidad toca de oído, y un ciego con un bastón puede suponer que la cera es recta y andar hasta que encuentra una pared.

Las colectividades microcanónicas conservan energía, pero las colectividades canónicas, conservan



temperatura, y por tanto desprecian la energía cinética que se enreda en el sistema en ciclos más largos que los cambios... que al producirse incidencias locales, ya no son entre equilibrios. La energía se puede utilizar en modificar el sistema para mejorarlo o enviciarlo, o en energía cinética, como en un ciclo hidrológico el agua se puede congelar y agrietar la roca, se desvía agua de escorrentía superficial -ciclo de horas- a subterránea -ciclo de años-; respecto a la realimentación del sistema por evaporación -ciclo de días-. Por motivos prácticos, dada la complejidad de los procesos hidrológicos, se prescinde del camino seguido por cada gota de agua y se toma la lluvia y el caudal recogido aguas abajo, como valor colectivo en un intervalo de tiempo, suponiendo la suma de las probabilidades de los recorridos de la historia para cada gota, agrupadas en trayectorias de la misma longitud -función de partición-. Al parar de llover, los ríos o las fuentes siguen teniendo agua, el suelo humedad y sigue llegando agua al mar, donde se mezcla y hay autismo absoluto entre todos los elementos del sistema.

Los distintos caminos tienen distintos flujos, pero el resultado incremental entre lo que sale y lo que llega, suma un valor constante. Según su longitud, las habrá conformadas por más trayectorias -las más fáciles- y por menos -desde la más absurda a la más óptima o de menor recorrido-, que competirán en llegar antes al mar, por el conocido proceso de Selección Natural, siguiendo un patrón estadístico conocido o función de partición. Si la decisión tomada fuera siempre la más óptima, no sobraría energía a reinvertir o malgastar. Nunca nos equivocáramos. No habría errores en la realidad, ni dudas, y toda decisión se tomaría disponiendo de toda la información para tomarla. No disponemos de infinito tiempo para recabar la infinita información necesaria para tomar la decisión óptima, y tal vez la longitud media, mediana, modal, no serán la mejor solución.

En la diferencia poco democrática entre lo mayoritario -constructual- y lo óptimo, entre el interés local y el general, entre lo racional y lo irracional, comenzamos a vislumbrar por dónde va a ir la multidefinición de Entropía. Las notas que no hubo tiempo para tocar, la partitura que modificó el músico de al lado para armonizar, se reinviertan en cambios bellos o se gasten en vicios y desafinaciones, -que también son cambios con un juicio antrópico de “a peor”-, son la distancia entre lo previsto bajo supuesto de equiprobabilidad y “buen comportamiento” dinámico siempre entre equilibrios, y la realidad. Distancia que coincide con la que media entre lo óptimo -debería ser- y lo constructual -es-: la ineficiencia de un sistema como precio a construir un colectivo interrelacionado en el que la energía y su flujo se conservan a la vez.

Aun sin aleatoriedad, la extrema complejidad del proceso respecto a la utilidad del resultado, recomienda por eficiencia idealizar una función de estado, aun siendo reversible por determinable y periódico, pues por difícil que sea, con suficiente capacidad de proceso, un ordenador podría recorrer el camino de las interacciones al revés -como quien rebobina una partida de billar-. En cambio, incluso en historias mucho menos enrevesadas, la ocurrencia de cualquier decisión al azar, en el que una asimetría local en la equiprobabilidad se olvide, las convierte en irreversibles, pues la trayectoria espaciotemporal inversa encuentra una encrucijada en la que, en su camino hacia atrás, también debería decidir, y por definición de azar, puede no coincidir. Si lo mayoritario coincide con lo óptimo, lo que es lo que debería ser, y si hay azar en una decisión, el camino inverso puede no coincidir, pero con suficientes caminos inversos, acabaríamos sumando el mismo resultado. No por utilidad, sino por limitación intrínseca, la primera decisión aleatoria no-equiprobable también recomienda una función de estado, que olvida las condiciones previas al no saber por qué salió cara y no cruz, o por qué tiró por el camino de enfrente en vez de cualquiera otra alternativa equipotencial.

La utilidad de las técnicas de variable compleja es convertir un sistema en conservativo con sólo añadir una dimensión imaginaria. Una ruptura de simetría añade una dimensión a la descripción de la realidad: un conjunto de valores que describen como es la tendenciosidad -la no equiprobabilidad, distancia entre media, mediana y moda, o momento cúbico-, tal vez lineal, tal vez rotacional, axial,... Si un nuevo eje representa una variable (criterios de Fisher, Pearson o Bowley), se pierde la propiedad conservativa que presentan los sistemas simétricos, en los que la mayoría coincide con la media, y ambos con el camino óptimo. La simetría se puede romper bien por

ligadura externa, para lo que el sistema no puede ser aislado, bien por localidad, para lo que el entorno debe ser localmente asimétrico y dado que el flujo conservado modifica la velocidad con la superficie, obligar a cambios locales en las soluciones de la ecuación de conservación de energía y sus derivadas. Si por reducir la sección local, se aumenta la velocidad por encima de la capacidad laminar de drenaje, para conservar la energía y el flujo a la vez puede obligar a la turbulencia. Una piedra que se dispusiera en un canal limpio y liso de agua, generará movimientos turbulentos a su alrededor entre un flujo laminar en el resto del caudal. Análogamente, si el movimiento turbulento no conserva localmente la velocidad de modificación del flujo -derivada segunda-, las soluciones podrán ser disgregarse en varias turbulencias,... reproducirse. La Ley Conservación afecta a la energía, la Ley de Continuidad conserva su flujo: ¿debería conservarse localmente la variación de flujo, la variación de la variación del flujo,...? funciones que podrían -o no- presentar discontinuidades en la n-sima derivada.

La física de un péndulo múltiple o de un complicado sistema de funciones no-lineales, no incorpora ninguna decisión tendenciosa del azar si son continuamente diferenciables, pero la de un puñetazo por sorpresa, tal vez sí: el camino de ida, puede no ser el de vuelta. Por el Principio de Causalidad, al volver hacia atrás una decisión aleatoria no puede ser recorrida al revés, pues no tener recuerdo de un efecto es no tener causa, y la ausencia de causalidad es casualidad: azar con distribución asimétrica de la probabilidad. Suficientes decisiones aleatorias serán reversibles si son incluso no-equiproables pero conocidas antes de ocurrir, lo que implica que el devenir sea pronosticable, ergo, esté determinado por lo sucedido en el instante previo, sean cuales sean las condiciones iniciales, sean cuales sean las interacciones con los demás agentes y con el entorno local. Técnicamente, que la trayectoria que describe el conjunto de decisiones en el espacio de fases sea infinitamente diferenciable y lineal, o al menos periódica y por todo ello conservativa.

Los egipcios calcularon  $\pi$  aproximando la circunferencia por un polígono inscrito: cuantos más lados, más decimales (Ptolomeo lo hizo con 720 lados). Una curva cualquiera a mano alzada se puede dividir en funciones ideales y en cuantas más se trocea, mejor se aproximan a la realidad, si convergen en un valor fractal, pero más desvirtúan la realidad si al trocear, algunos divergen. Más trozos significa más puntos de dislocación en los que la inercia de proyectar en el futuro el comportamiento del pasado, puede fallar. Para que el Principio de Causalidad y la conservación de energía y su flujo, puedan coexistir, el futuro no puede formar parte de la decisión para elegir la trayectoria de mínimo esfuerzo, sino su estimación bajo el supuesto natural de la inercia: extrapolación “bien comportada” (extensión analítica del comportamiento inmediatamente pasado a inmediatamente futuro según una función continua, derivable hasta lo necesario, cóncava, sin singularidades,...). Cuanto mejor aproximamos esa curva a mano alzada, más error se acumula al suponer que se comportara bien, cuando o donde en la realidad hay una piedra en el cauce, una irregularidad local, un “capricho”, un “quiebro” o una “dislocación” tendenciosa o no-equiproable.

La diferencia entre la realidad y una simulación es objetiva, pero la selección de esa simulación es subjetiva y depende del detalle requerido, del número de tramos en los que se “trocea” la función. Las trayectorias más transitadas, -modales o que acumulan mayor número de microestados-, estarán en un óptimo entre el valor de un mejor grado de aproximación y el coste en errores de pronóstico por el detalle, permaneciendo alejados lo ideal y lo real por el resto de la imperfección, de la distancia entre óptimo y mayoritario, para lo local y para lo general. La mayoría tenderá a extrapolar linealmente lo sucedido en el inmediato pasado, como lo más probable a suceder en el inmediato futuro. Si todas las trayectorias de cada gota son posibles -el camino de equilibrar por los distintos modos de almacenamiento de energía, dos microestados que tienen una determinada diferencia de potencial-, no son igualmente probables -el camino más transitado será el más predecible y conservador, que es el que suma más caminos aleatorios que conducen a un mismo resultado-, y no será el de menor coste energético, ni el más desordenado, sino el que por Selección Natural encuentre el óptimo entre detalle y oportunidad, entre información y decisión.

En un Universo reversible, no hay preguntas que el mero azar responda, pues sin piedras en el cauce las contradicciones se anulan con suficientes respuestas, y el camino más transitado sería el óptimo

geodésico de una geometría en la que la respuesta es la del mínimo esfuerzo, lo que sucede si y solo si la realidad es “bien comportada”: inercial, o que lo último sucedido, ofrece suficiente información como para prever con seguridad lo siguiente por suceder. La flecha del tiempo limita el viaje en el tiempo a una sucesión aleatoria reversible y predecible, ya que solo puede conocerse el camino óptimo si es previsible, lo cual implica que sea limitadamente complicado en detalle para las condiciones iniciales y periódico: caótico, quizás con patrones de organización, tal vez estocástico mientras se mantenga la equiprobabilidad, pero no localmente asimétrico.

Constructual es la solución de flujo suficientemente buena que adopta el sistema para evolucionar de un punto a otro del espacio de fases, con la limitación de información y tiempo: no es el óptimo, pues para tomar el mejor de los caminos habría que esperar infinito tiempo a recopilar toda el detalle -información- que definiera la trayectoria óptima,... y la realidad establece un compromiso entre lo fácil, lo extrapolable, lo óptimo, lo necesario,... pues no espera. Al preguntar a una partícula por su decisión según el principio de mínima acción, sólo tomará la caminata óptima, si puede calcular la diferencia de potencial entre las distintas opciones, lo que implica que debe poder saber con seguridad, y no solo suponer con cierta probabilidad, dónde va a acabar: determinismo. Un problema liso es perfectamente estocástico: varianza infinita; y un problema rugoso presenta diversidad local en las probabilidades de cada decisión. La reversibilidad exige completa memoria del camino por el que volver, -infinito detalle-, pero para ir de un estado a otro pasando por una decisión intermedia sujeta al azar, la reversibilidad exige que el azar sea simétrico, y que el resultado de tirar una moneda trucada al aire a la ida se guarde y entrelace el resultado de la misma operación a la vuelta. Todas las trayectorias contendrán el nivel de casualidad de una distribución, según las decisiones tomadas por extrapolación en el supuesto de “función continua y n-veces derivable” y si hay error en el pronóstico, olvidada. “Hacer predicciones es muy difícil, especialmente si son sobre el futuro”, (N. Böhr).

Las decisiones más meditadas y con mejor información, con más variables, obtienen caminos más optimizados... y los directivos tecnócratas esperan a tener toda la información posible para tomar la mejor decisión, aunque ello implique perder la ventana de oportunidad (las empresas buscan perfiles directivos que combinen experiencia con conocimiento, pero también intuición). La Selección Natural no tiene paciencia y no elige al empresario que más acierta, sino el que más acierta con menos información, al más seguro, sino al más intuitivo: el óptimo no será el camino de mínima energía, sino el camino mayoritario, aquel que supone la realidad “bien comportada”. La mayoría es siempre conservadora, constructual -óptimo rendimiento al mínimo esfuerzo con detalle, espacio y tiempo limitados para tomar una decisión-, y encuentra un óptimo entre la información disponible y la decisión correcta, entre probabilidad y acción. Si con dos variables podemos calcular la trayectoria de una bala de cañón, con tres cuerpos la extrapolación de la posición de Saturno se complica desproporcionadamente,... no digamos con más y más sutiles condicionantes.

El equilibrio es una distribución gaussiana de los microestados, cuya media -primer momento- no es el más óptimo, y su varianza -segundo momento- es simétrica: es la equiparación entre el flujo que entra y el flujo que sale -tercer momento, nulo-. Si el cambio en el flujo del entorno al sistema y viceversa no es nulo, la distribución estadística no es gaussiana y la flecha del tiempo aparece como curtosis. Los microestados ensayan soluciones próximas en el “relieve de las fases”, que solo sobreviven si son más eficientes que la diferencia de energía que los separa. Al llegar al equilibrio los ensayos siguen, pero el cambio no: diferentes trayectorias de una misma longitud podrían competir, pero como ninguna aporta un mejor camino, ni se molestan sin escasez de opciones de realidad. Supongamos que no fuera así: un camino que tiene mejor memoria que otro por tener menos preguntas del entorno y requiere de menos decisiones aleatorias para obtener desde la misma energía potencial, la misma suma de energías cinéticas en menor sucesión de decisiones, sería con el tiempo más probable por Selección Natural. Con información completa, tomar la óptima decisión no tiene mérito, pero Poincaré nos demostró que era imposible disponer de esa seguridad (tal vez se dio cuenta estar reformulando el concepto de Entropía).

Si el camino de la realidad no es determinado o periódico, incluso caótico, solo se puede conocer el

camino de mínimo recorrido si ya se ha llegado y se puede mandar un mensaje al pasado, rompiendo el Principio de Causalidad, para rectificar si el azar no decidió de modo óptimo. El máximo sería el detalle perfecto, cuya existencia solo se debe a que los flujos tienen su velocidad que no drena según la capacidad del entorno de transmisión y proceso de la información, que es menor cuanto más complejidad, y si hay que decidir y no se tiene toda la información,... Con esta metodología se describen procesos de deriva genética "lamarckiana", o métodos de interrogación de sospechosos, que como los argumentos de los personajes de una novela van disponiendo de menor margen de maniobra en sus reacciones conforme avanza la historia, hasta descubrirse al asesino.

La caminata más probable es a la que convergen las caminatas según se incrementan las encrucijadas tendenciosas, pero la aleatoriedad no afecta linealmente a un sistema si hay escasez de realidades o exceso de flujo energético. La más mínima irregularidad puede anularse con otras irregularidades o amplificarse si hay tendenciosidad. En una tormenta sobre una loma lisa el agua baja primero por cualquier lado, para después concentrarse por cauces construidos por tormentas anteriores que aleatoriamente derivaron por caminatas óptimas. En la abundancia de realidades que permitan todas las opciones posibles, el olvido es completamente aleatorio -gas ideal-. En la escasez de realidad, y cuanto más estresante es el entorno -saturación-, más memoria se requiere para con mayor detalle, disponer de una mejor estrategia: menos entropía y más concentración del flujo y configuración interna (aleatoriedad vs complejidad). La aleatoriedad es una sucesión convergente: mezclar más de 7 veces una baraja no aporta mayor desorden (Bayer-Diaconis) o el Juego de Kruskal-Wallis para adivinar palabras. El nivel de ineficiencia en una caminata, que por el detalle converge con el nivel de olvido, se estabiliza a partir de cierto número de decisiones, a partir del que más aleatoriedad no la hace más ineficiente.

Refiriéndose a los mercados y a los asesores técnicos de inversión, B.G. Malkiel fundamenta los palmarios errores financieros y los equipara con astrólogos, pues la historia de los precios se olvida por el proceso matemático de "random walk". Según sean el número de opciones entre las que decidir, sus probabilidades y la estrategia de decisión, la evolución de cada elemento de un sistema sufrirá un proceso de Wiener o browniano. El mal jugador de ajedrez apenas recuerda o predice una jugada, el maestro tiene en cuenta unas pocas, y Big Blue unas cuantas más, aunque siempre limitadas. El pastoreo de un buey tiene una estrategia "martingala" sutilmente distinta en la abundancia de hierba, a la búsqueda de un tigre hambriento, según la memoria de la trayectoria que se guarda: si no hay comida tras varios desplazamientos cortos, se decide un desplazamiento largo para olvidar y comenzar de nuevo.

Los procesos de Markov son invariantes a la jerarquía de escalas y la ley entrópica de la ineficiencia de querer optimizar conservación de energía y de su flujo, de interés en el óptimo para cada agente y para el colectivo, la pérdida de información, la ruptura de simetría, es válida a todos los niveles. El camino más transitado por los borrachos que salen de un bar a buscar su coche, no será el que hubiera elegido un ingeniero a vista de pájaro -en una dimensión más-, más rápido y óptimo salvo que el aparcamiento sea uniforme, sin obstáculos, sino según una distribución más o menos aleatoria, en la que el camino que mejor memoria tiene, que es el más organizado, es un microestado poco probable. La caminata resulta más larga cuanto más aleatoriedad exija el flujo, difuso por haber tomado más decisiones, tanto más cuantas más opciones haya en más bifurcaciones. Cuanto más rápido el flujo y más largo el trayecto, más "errores" en las decisiones respecto a la que de haber tomado hubiera optimizado el flujo de energía; pero también más lenta es la dosificación de la energía o mayor el tiempo en que parte de la energía cinética que debía ser temperatura se guarda en el sistema, para ser liberado más lentamente.

Imaginemos un habitante de Fatland, residente en un mundo de dos dimensiones espaciales, al que se le ofrecen varias puertas entre las que decidir su trayectoria. Están cerradas y no puede ver tras ellas, la de menor acción y mayor eficiencia la conocemos nosotros como deidades enantiómeras, observadores quirales que vemos su mundo desde "arriba". Cada elección congela a nuestro ratón ante otra decisión entre puertas cerradas que para él son iguales, pero que tienen distintos costes y beneficios, tendenciosidad que se conoce sólo después de abrir la puerta. Desde nuestra

dimensionalidad disponemos de la información para conocer el camino óptimo, pero el sistema en una dimensión menos pierde la referencia al elegir entrar por una puerta, pues al pasar, se congela, se cierra y echando la vista atrás, la puerta por la que entró es idéntica a las demás. La probabilidad de que su trayectoria sea la de menor coste con mayor beneficio, se reduce con cada elección pues la función que describe la realidad presenta dislocaciones y discontinuidades.

Las longitudes de las rutas de elección posibles, conforman una distribución estadística -función de partición- cuya media más probable no es la más óptima. Si equiparamos la longitud de cada trayectoria con la energía de cada microestado posible, convergemos en la definición de Entropía como coste o fricción de adaptabilidad al entorno. En nuestra vida tomamos muchas decisiones y no conseguimos acertar en todas. Todo cambio aplicado a un conjunto de agentes, beneficiará a unos y perjudicará a otros, puede existir un microestado en el que perjudique a un mínimo y beneficie a un máximo, e incluso darse el caso de que beneficie a todos a la vez que beneficie al conjunto. La Ley de la Entropía nos advierte que ello es el mejor de los casos posibles (expresado matemáticamente en una inecuación con  $=$  si todos ganan o  $<$  si la mayoría ganan). Al definirse por una desigualdad, se determina que la entropía es convexidad en la curva que determina la probabilidad de las trayectorias. Si hay cambio en el flujo de energía o información y del cambio alguien sale o saldrá perjudicado, hay entropía. Es un concepto ergódico: sucede en el número de agentes o según pasa el tiempo. Nada es perfecto, todos nos equivocamos y los errores se acumulan,... nada nuevo, salvo el relato de su porqué. Si Libertad y Azar son sinónimos, Destino y Entropía son antónimos.

Somos dioses para los habitantes bidimensionales de un mundo plano, sometidos a un devenir en el que se les presentan varias puertas a elegir, sin saber que se puede saltar sobre el muro. Ellos no ven lo que hay detrás de cada una, pero un dios como nosotros en el espacio-tiempo de una dimensión más, sí vemos lo que hay detrás. Nosotros podemos optimizar su camino, ellos no y en cada decisión se descartan el resto de los caminos: en terminología de Gell-Man, “accidentes congelados”. En cada puerta pueden congelar un error, si por error entendemos una decisión no perfecta en la óptima gestión del flujo. Para nosotros un dios menor debería residir en más dimensiones y lo que es libertad en nuestra dimensionalidad, sería destino en la suya; porqué un Dios Mayor, debería ser capaz además de infinita memoria para infinito detalle: disponer de infinito papel para imprimir toda posición y momento, desde la escala de Planck hasta el mismo Multiverso y más allá. ¿Sería el Padre de todos los dioses capaz de computar posición y momento de todas las historias de todas las partículas, con todas las decisiones y todas sus relaciones a todas las escalas?

La irreversibilidad relativa de la decisión al azar -Teorema de Recurrencia: puede que la trayectoria no sea reversible, pero sí volverse al mismo punto por otro camino más largo-, se traduce en irreversibilidad absoluta: la energía secuestrada es sacrificada al no percibir el rescate. La energía no se pierde, sino que queda fosilizada en forma potencial estocástico en la propia desconfiguración del sistema por olvido de las condiciones iniciales y/o por haber “puesto a cero” la independencia de las variables en un nuevo sistema emergente, en una nueva jerarquía de la escala. Un lago se seca, pero la energía invertida en la formación geomorfológica del lago permanece en el sistema, y llegados a éste punto podemos dar por descrito que la reinversión y gasto equivalen al olvido.

Planck fue el padre de la mecánica cuántica, pero Boltzmann, luchando contra tantas y tan bien formuladas críticas, fue su abuelo (ya puestos, J. Dalton su bisabuelo con la “ley de las proporciones múltiples”, y Demócrito y Leucipo de Abdera ancestros de su Santa Companya): el cambio de paradigma se produjo al renunciar a la continuidad por un número finito de partículas, concepto que después se utilizaría con desgana para explicar la joroba del cuerpo negro y comenzó otra época. Una función continua e infinitamente diferenciable es reversible. En línea determinista, consenso científico de la época, ante la crítica analítica de E. Zermelo -la energía está expresada en términos infinitesimales, por lo que su conversión debe ser reversible-, para demostrar que la Segunda Ley de la Termodinámica es estadística, Maxwell situó a un portero en el agujero entre dos recipientes de gas con mandato: si viene de la derecha y rápido pasa, pero si viene lento no pasa; si viene de la izquierda rápido no pasa, pero si viene lento, sí. Por Recurrencia un sistema tiene probabilidad no nula de regresar por el mismo camino, pero se necesitarían decenas o millares de

Universos para poder observar tal circunstancia en alguno. Ergo, si la realidad es irreversible, la simulación que la represente no puede ser continua y por ello no puede determinarse en un nivel de detalle perfecto.

Al ser equivalentes, podremos medir el potencial desviado en el proceso de conversión de energía potencial en cinética, con el nivel de olvido, desinformación o inversa a la capacidad de memoria, a través de la suma de improbabilidades respecto al azar, de las formas posibles de distribuir la energía entre dos puntos de distinto potencial  $W$ ... que es lo que expresa la fórmula clásica de Boltzmann  $S = -k_B \lg W$ , e incorpora el logaritmo por aprovechar la propiedad matemática de que su suma es igual a la multiplicación, para que sea idéntica a la de Clausius  $S = dQ/T$ . Son modos alternativos de medir la distancia entre la caminata mayoritaria y la óptima, pero también mide la cantidad de decisiones aleatorias mínima e introduce una alternativa más al análisis de la conservación de la energía y su flujo en un sistema. Un cubo de Rubick se puede resolver en un mínimo de 20 giros si la ladera es “lisa” -ideal y reversible-, pero también en cualquier otro número natural, y no por ello todas las soluciones son iguales a efectos de eficiencia energética: habrá un número de movimientos superior a 20 más fácil, que será el que con un número suficiente de intentos -sin aprendizaje-, con mayor frecuencia resolvería el cubo.

En el 29 L. Szilard y C. Shannon publicaron su interpretación del papel que tenía el portero si en vez de moléculas de gas, gestionara información, y con el propósito de calcular la cantidad binaria que podría circular, Shannon llegó a calcular la información que se pierde  $I_N = -k_B \sum p_i \lg(p_i)$ , en la que  $p_i$  representa la probabilidad de un suceso aleatorio. J. von Newman era de origen húngaro, como Szilard, y en una visita a Shannon le comentaron el concepto de “pérdida de información”, y les sugirió que lo llamaran “entropía de la información”: “Un desarrollo muy similar existe en mecánica estadística y además, nadie entiende la entropía demasiado bien, por lo que ante una polémica, tendréis ventaja”. Mide la sorpresa, o probabilidad de que un microestado al explorar un microestado no consecutivo, esté tan alejado que no pueda conocer el camino entre ambos (o saber lo que hay tras una puerta). Se ha demorado más de 50 años comprobar experimentalmente el Principio de R. W. Landauer, por el que hay un mínimo de información perdida en cualquier proceso de información, que se deduce de la pérdida de calor/temperatura, ( $1^\circ\text{K} = 0,95697 \cdot 10^{-23}$  julios/bit, que si lo referimos al número de Avogadro, 0,17352 bits/molécula). Un observador es finito en su capacidad de detalle y disponibilidad de tiempo, y no hay infinitos detalle ni tiempo para que, descomponiendo en preguntas binarias la realidad, determine un simulacro idéntico.

Si incorporamos la pérdida del detalle, la energía invertida en modificar el entorno o en ensayar novedades, el coste de olvidar o borrar las decisiones, en la ineficiencia entre ir por un camino de decisiones mayoritario en vez de óptimo, podemos conseguir que el juego de conservar la energía y su variación temporal, sume-cero: al fluir temperatura, agua, información, energía cinética,... de un estado en el que hay una distribución geográfica a otro homogéneo en el espacio, se establece una situación en la que ningún cambio puede ofertar mejora energética. Lluvia y caudal del río persisten dinámicos y constantes, en un ciclo estable, pero no estático, de días y estaciones que se suceden con regularidad. En el exceso macrocanónico de la suma-no-cero, la turbulencia desestabiliza el sistema con sequías e inundaciones, que producen tormentas de arena, avalanchas, avenidas y erosión del suelo, reduciendo la productividad. Para retener el agua, las raíces de las plantas se deben adaptar a lo que ellas interpretan es un cambio climático de un ecosistema más desorganizado y escaso. La biodiversidad se dispara con los excesos y con la degradación el paisaje se vuelve monótono. La solidaridad se complementa por contradicción con la igualdad. El máximo olvido en el máximo de relación de todos con todos, se produce en el comunismo y autismo perfectos: nadie quiere saber nada de nadie, cada uno va a la suya y aunque unos van más rápido que otros, en el siguiente instante los otros van más rápidos que los unos y todos acaban siendo iguales, si no en el espacio, en el tiempo -y si no en el tiempo, en el espacio-. Un gas eleva su entropía con mayor temperatura y menor densidad, pero también con mayor presión.

Toda nueva propuesta de burocracia en el flujo de la energía exige una inversión de energía propia que se desvía de los excesos, o ajena que se importe del exterior. No hay novedad gratuita. “No

podemos solucionar problemas usando la misma forma de pensar que hemos utilizado para crearlos” (A. Einstein). La reforma de lo viejo para que nada cambie o algo nuevo debe suceder para que todo cambie. H. von Helmholtz lo vio desde su perspectiva: en una reacción química que produce un gas que no tiene realidad, debe invertirse parte de la energía en hacerse un hueco y ocupar un volumen a una presión que le permita existir en equilibrio con el entorno (el mismo proceso en la crianza de un vino espumoso). Gibbs obligó además a la cantidad de energía que se intercambia con el entorno como rozamiento o entalpía,  $H$ , a dar un paso más: el desvío de la energía a la inversión en hacerse un hueco, no tiene porqué coincidir con lo que cuesta sustituir los huecos. No es lo mismo el agua que queda entretenida en el sistema de modo cuasi permanente, a la invertida en cambiar el sistema por creación de suelo o por erosión.

Al establecerse como Segunda Ley de la Termodinámica, en perspectiva negativa, de pérdida, de no-optimización, de decrepitud y excepcionalidad, se ignoró el efecto multiplicador de una inversión de un cambio aleatorio en novedad que mejore la eficiencia construyendo un cauce... y hasta los años 60 y 70, se tomó por absoluta la tendencia al equilibrio que sucede inevitablemente en la evolución dentro de cada fase,... hasta la formulación de la Termodinámica Disipativa,... el no-equilibrio, el cambio brusco, y con ello la autoorganización, la autosimilaridad, la resonancia, la emergencia. Cada cambio de jerarquía o fase consume o cede energía discretamente: el cambio de fase entre sólido y líquido o entre líquido y gas, invierte energía e información en excavar cauces aleatorios que se seleccionarán y se retroalimentarán por eficiencia, y olvida sin incrementar la temperatura. El cambio de complejidad en la organización en un sistema, invierte o gasta energía: como la energía en un diagrama de Feynman, en el cambio los balances no cuadran.

J. Barrow y F. Tipler describen la capacidad de proceso como linealmente dependiente de la temperatura del sistema, y según se concentra localmente energía, aumentará la entropía y la disipación. Una medición es el colapso de la incertidumbre en información: cuantifica y apunta, copia sin necesidad inmediata de borrar (por analogía, adiabáticamente). El borrado de un disco duro puede ser necesario cuando acabamos con la disponibilidad de espacio y necesitamos ese recurso para seguir escribiendo. La realidad es finita y si pierde detalle, se pierde información y (la entropía no puede ser un valor absoluto por depender de la “memoria” y de la “pixelación” del observador. Es más, una cadena de bits es aleatoria si es incompresible: si no contiene patrones que permitan su descripción con menos preguntas (teorema que Asimov propuso por boca de H. Seldon); pero puede haber patrones ocultos en el caos, y pueden haber patrones evidentes en la aleatoriedad -casualidades-. La realidad no es cuasiestática y la dinámica circula a veces por trayectorias no-conservativas entre no-equilibrios. El incremento del desorden no define siempre la abundancia de macroestados y puede incrementarse la entropía con organización...

Síntomas de que la misma Ley de la Entropía se enunció en falso, y hay leyes más fundamentales que buscar. En el desarrollo del razonamiento en positivo, hemos encontrado hasta aquí irreversibilidad, irregularidad, detalle, pérdida de carga, errores, decadencia, inversión, ineficiencia, asimetría, tendenciosidad y aleatoriedad,... igualitarismo y autismo, pero de momento, ni desorden, ni exponencialidad en el beneficio,... virialidad. El concepto de entropía se difumina entre dinámicas espaciales -posición-, temporales -cambio-, y escala -disipación-; se difumina al depender del detalle y memoria, y por ende, del observador; se difumina al añadir la ignorancia del microestado con la ignorancia del macroestado; se difumina al añadir ineficiencias por diversos motivos; etc, etc,... Concepto que se difumina en definiciones convergentes, que claman por una “Ley más fundamental”.

¡Decisiones al azar irreversibles por tendenciosas que colectivamente recuperan a otra escala estadísticamente su reversibilidad! En el cambio de escala se pierde detalle, en el cambio de tiempo se pierde información y en el cambio de posición se pierde energía por rozamiento. La entropía es la medida del calor invertido en olvidar los cambios. Es lo que tienen las funciones de estado que saben de lo que entra y de lo que sale, a coste de pasar de lo que sucede: renuncian a detallar las fases intermedias como la filtración, retención, evapotranspiración,... pues son dependientes, de compleja relación y definición, irreversibles y alejadas del equilibrio. Si se reducen y simplifican a

subsistemas describibles analíticamente, se pierde margen de aplicabilidad a intervalos locales de espacio, tiempo o escala.

Los costes, los ingresos,... los beneficios son bastante lineales y previsibles en intervalos lisos y dinámicas cuasiestáticas de la realidad: mercados maduros. Cuando el balance no cuadra y los procesos disipan, son irreversibles, la información depende del detalle y las decisiones de la intuición y la tendenciosidad, se abren las opciones al riesgo y la exponencialidad no lineal. El aumento de energía tiene efecto multiplicador en la “demanda agregada” = inversión + ahorro + consumo, -o incremento de calor = exergía + entropía + temperatura-, pues cualquier incremento en el ingreso de algunos que aumente gastos, llevara al incremento del ingreso de otros, los que, a su vez, estarán en condiciones de aumentar sus consumos. Una cartera de valores arriesgada puede ser la que mayor beneficio arroje y la que puede por ello a la vez con mayor probabilidad quebrar.

Para describir situaciones de beneficios explosivos, hay diversas versiones de aceleradores que en base a tasas marginales de ahorro, consumo, importación, impuestos, oferta de moneda,... establecen modelos de retroalimentación positiva que alejan al sistema del equilibrio, y pretenden el crecimiento del empleo, del bienestar, de la riqueza de las familias,... La energía cinética que no se transforma en trabajo ni temperatura, se ahorra a mayor plazo o se pierde en malas decisiones. Cuanto peor memoria tenga el sistema, menos se restituye a los herederos, (¿cuánto oro sin titular conocido queda en Suiza?), que es cuanto menos dependientes son sus agentes entre si, lo que los hace comportarse de un modo no coordinado; pero sin decisiones las dependencias generan igualdad a través del incremento exponencial de la varianza. Sin ahorro no hay inversión ni multiplicación del circulante, pero demasiado ahorro reprime el consumo que reduce la demanda,...

Los excesos que genera turbulencia en entornos saturados aceleran el desequilibrio y su resonancia, o acelerador del beneficio y convergencia- será según los órdenes de infinitud de Cantor:

Sumatoria; Multiplicativa; Logarítmica; Potencial; Exponencial; Factorial; Potencial-exponencial. Son las “start ups”, la innovación, las casualidades felices,... las que contra todo pronóstico, crean imperios. Ningún crítico alabó a Van Gogh, ni había editorial que quisiera publicar a Harry Potter. La energía ahorrada y puesta a disposición para invertir, se transforma en propuestas de novedad y reconfiguración, crecimiento multiplicativo, desarrollo sostenido, tranquilidad para el futuro y un efecto acelerador de la organización. No porqué haya un “Imperativo Categórico” o una Ley Natural, sino simplemente porqué la energía no desaparece si le sobra a la capacidad de drenaje del flujo del entorno.

La entropía no es equivalente a desorden, sino a cantidad de soluciones, microestados, trayectorias, algoritmos,... que permiten a la vez conservar energía y flujo en cualquier punto, momento y escala. El exceso de orden en saturación llega al mismo puerto que el desorden, pues al sistema le da energéticamente igual tener N partículas indistinguibles por turbulentas -consecuencia del exceso de demanda de flujo respecto a la oferta de drenaje- o por independientes -por exceso de capacidad de drenaje respecto al flujo-. En estabilidad cualquier innovación minoritaria que mejora la eficiencia del flujo de energía, constituye una solución avasallada por los macroestados (en el equilibrio, una mejor configuración no puede desplazar sino con mucho esfuerzo, a las antiguas ideas que llegaron antes); pero si se produce una bifurcación, un momento de cambio de fase, una exageración en la curtosis, habrá una reconfiguración de los nichos sobre los que competir, y opción a que la mejora propuesta coopita con la solución existente, realimentándose tal vez en una fase resonante o derrumbándose. Cuantas más soluciones y menor necesidad de detalle para describir al sistema con patrones, más resistencia al cambio.

Las decisiones aleatorias que hacen irreversible una trayectoria espacio-temporal, por poder recuperar desde agentes rugosos un comportamiento liso, también pueden con la escala recuperar la reversibilidad -muchos microestados aleatorios suman la misma longitud en sus trayectorias y convergen en un macroestado caótico y organizado-. El coste de recuperar simplicidad en una función de estado, es perder “el pelo”: la capacidad de ser reducido a una aritmética lineal entre sus partes con un detalle asumible por el observador. Cada escala acumula ceniza, resistencia,



organización y olvido, lo que se traduce en nuestros modelos en intervalos locales de aplicación - siempre entendidos bien en espacio, bien en tiempo, bien en escala-, y constantes o valores arbitrarios inexplicados.

El acelerador de un beneficio depende del riesgo, puede proceder de la suma -varias circunstancias que confluyen felizmente en una configuración mejor, propio de sistemas estables próximos al equilibrio, maduros-, de la multiplicación -varias circunstancias que se refuerzan mutuamente, propio de sistemas homeostáticos a menudo periódicos, y que crecen y se reproducen- o de la exponencialidad -emergencia, propio de sistemas en proceso de colapso, que recuperan la iniciativa de la organización en el descrito “pulso” entre azar y escala, y que evolucionan-. La evolución en reforma suave de suma cero gusta de la linealidad y la periodicidad, de la conservación y homeostasis; y la revolución drástica de la suma-no-cero, de la irracionalidad y no-linealidad, de las rupturas de simetría, cambios de fase y no-conservación.

Entre dos o más subsistemas periódicos -cuantizados, y por tanto con una relación representable por un número fraccionado racional- que se han modularizado -acomodado con el tiempo y tendentes a independizarse-, se producen al evolucionar configuraciones innovadoras que se van repitiendo según sus periodos respectivos: un charco puede crecer a lago si el flujo entrante es mayor que la tendencia a filtrar y a evaporarse, para secarse en otras eras. Ante orografías semejantes, se repetirá el patrón sin copiarse unos a otros, sino como la máxima probabilidad de la solución al mismo problema... en lo que se llama autosimilaridad y que nada comparte con la transmisión de información que se replica (de todos los huevos nacen pollitos, sin necesidad de que un huevo le diga a otro cómo gestarse).

Un fenómeno viral, una plaga, una explosión. El operador resonante entre subsistemas periódicos entrega configuraciones que pertenecen al mismo espacio de soluciones -microestados- que su anti-imagen: por complejo que sea, las configuraciones propuestas y posibles son del mismo paradigma que las anteriores. Jugando a algo parecido a las damas, M. Langston propuso en 1979 parámetros para medir la sutil frontera entre caos determinista y caos estocástico, entre la periodicidad compleja y exponencialidad, reversibilidad y la irreversibilidad: el Suceso Umbral, el “crack” de la Bolsa, la gota que colma el vaso. El desequilibrio por exceso de energía en el flujo, precisa del círculo virtuoso retroalimentado que convierte al juego en suma-no-0 de acción-reacción; o por defecto prescindir del resto para emerger en una nueva jerarquía de escala. No habrá revolución mientras el cambio sea suficiente para dar salida al flujo de energía, si el excedente no produce innovación o si no hay cambio de escala en la perspectiva organizativa del sistema.

Sólo si se gestiona energía por encima de la capacidad de almacenamiento y drenaje del sistema, por ser la lenta adaptación de su configuración por exploración de alternativas en el relieve próximo, un cuello de botella al flujo, será constructual asumir el riesgo de una configuración externa al paradigma que deberá proceder de vincular al azar y a otra escala, aperiódica e irreduciblemente, sistemas no vinculados (es una opción mucho más cara pues deben de ensayarse y descartarse muchas más combinaciones, perdiéndose calidad en la energía). Llegados a no poder aceptar más agua en el paisaje, tras construir diques, pilotes, terrazas,... la alternativa al colapso y derrumbe o arrastre de la ladera, es el cambio de organización: la rebelión, destrucción de la presa o el cambio del ecosistema para introducir una senda de organización limpia de condicionantes previos y “lisa”.

La necesidad de mayor flujo se gestiona inicialmente con turbulencia, y si no basta, se puede llegar bien a la de un nuevo modo de gestionar el flujo, bien a la catástrofe o recuperación de la simetría. La saturación de flujo para la capacidad de drenaje de una “superficie” conduce a la organización de otra “superficie”, que evoluciona hacia la pérdida de información por no poder asumir en limitado espacio y tiempo, todo el detalle. Tal contradicción nos describe una realidad dual. Hacia atrás, cada organización necesitó menos bits para ser descrita dentro de cada paradigma, pero también en cada reconfiguración se perdió menos energía en la dirección “look-back-time”. Hacia adelante, con mayor demanda de bits de cada nuevo modo de gestionar para ser descrita a mayor escala, con más

niveles en el detalle, también se olvida más información en el proceso de borrado del cambio de jerarquía, por los procesos contrarios de organización, complejidad y evolución a saltos emergentes. Según se expande, la flecha del tiempo concentra localmente la información, concentra temporalmente los flujos, concentra más energía en mayores jerarquías,... mientras el resto del Universo sigue diluyéndose en mayor volumen, uniformidad y aleatoriedad.

Retrocediendo en sentido inverso del tiempo a eras primigenias del Universo, el desperdicio de energía entretenida en restos pendientes tras una emergencia, invertidos y malgastados en ensayos, nuevas configuraciones, resistencia a los cambios, detalle innecesario,... era en términos relativos al flujo cada vez menor, hasta algún momento muy primigenio en el tiempo en el que la conversión de energía en exergía tendería a ser completa -perfecta, elástica-, y la energía no tendría demanda de partículas de materia donde ahorrar -una ladera lisa-. No hubo tiempo cuando no hubo cambio, si todas sus partículas, -sea lo que sea que en esas eras ésta palabra pueda significar-, eran idénticas. Hacia adelante con el tiempo, el Universo evoluciona cada vez a sistemas en escalas mayores con mayor pérdida de carga -acumulación de errores, decisiones e impurezas- o peor ratio de conversión en trabajo.

La concentración del flujo produce eventualmente emergencia de nuevas configuraciones de gestión, que dejan restos pendientes de energía entretenida, y consume a su vez energía en estructuras para la nueva configuración. Si la energía no se crea ni se destruye, la ineficiencia en la gestión del flujo descuenta y las imperfecciones -longitud de la trayectoria de la mayoría respecto al óptimo-, deben crecer con el cambio y la escala. Cada configuración local funciona según su interés energético, se relaciona y se hace dependiente de otras, acumula una historia de decisiones aleatorias, y genera un orden espontáneo por el mismo mecanismo de la Mano Invisible del Mercado, optimizándose a pesar de que cada componente vaya a lo suyo.

Mientras la evolución sea pronosticable, será reversible y el sistema dispondrá de información en el detalle necesario con el tiempo suficiente, para decidir la trayectoria y buscar la constructualidad (no accede al futuro, sino que lo supone con buena probabilidad). Sólo si hay conservación -o disipación con forzamiento-, continuidad y derivabilidad, la evolución en el tiempo de los estados energéticos pueden formalizarse por lagrangianos o hamiltonianos -según si interesa más el grado o el número de ecuaciones- y según convenga para el cálculo del gradiente o trayectoria de máxima eficiencia, respecto a la trayectoria con mayor número de configuraciones que dan lugar al mismo resultado.

Mañana hará sol e iremos a la playa, pero resulta que mañana se estropea el coche y se fastidia el plan, por lo que cualquier otro es igualmente posible: ir a ver a la abuela, ir al cine, de compras,... “a priori” no estaba previsto por la función, los planes sobre los que decidimos que hacer pasado mañana ya no sirven y la realidad no puede parar para retroceder y preguntar: ¿qué camino tomar? Con detalle no infinito de la tendenciosidad, parte de la información se ha perdido y al Asno de Buridan le da igual uno que otro, así que se pierde la reversibilidad y, como es burro y no sabe que hay más allá, la posibilidad de seguir la trayectoria óptima. Es más eficiente la rueda que el paso, y sin embargo no hay animales con ruedas pues la discontinuidad del eje no fue un camino explorado por la evolución, y nos hemos construido funcionalmente sobre el menos eficiente camino de lo que hubiera diseñado un Creador, estructuralmente más fácil: la evolución actúa con lo que tiene sobre lo que hay.

El Principio Constructual, -de mínimo esfuerzo-, define que hay un decisor en una acción a favor de una pregunta aleatoria, sin embargo los patinetes no piensan en nada para decidir tomar la máxima pendiente. De hecho no la toman, sino que siguen geodésicas bien comportadas, sin preocuparse de si más allá hay un muro, un escalón o una piedra. Las partículas no piensan en los diferentes caminos de Feynman para tomar una decisión, ni los sistemas piensan en los diferentes caminos aleatorios para resultar un valor de presión. Las acciones son inerciales pero no lo es la realidad: el patinete no piensa en el concepto máxima pendiente, sino que toma el gradiente anterior como condición inicial y lo prescribe como proyección inercial del gradiente diferencial inmediato,... pero

en la realidad de tanto en cuando hay baches, bordillos y otros patinadores.

Estabilizada la ineficiencia respecto al gradiente óptimo -por converger hacia un valor finito en el que más decisiones estocásticas, apenas modifican la energía transformada en el flujo-, la configuración inercial adquiere un “potencial de oportunidad”, cuantificada por ese valor energético desaprovechado respecto al óptimo. La probabilidad de una trayectoria será así la medida del potencial de oportunidad: por el Principio de la Causalidad, la decisión será en función a la extrapolación del inmediato pasado. ¿Invalida el desconcertante experimento de Y. Aharonov la causalidad, o es ésta interpretación de la entropía la que invalida el principio de mínima energía? Al ser observada la partícula en un estado intermedio condiciona los estados previos pues son proyecciones inerciales, por ello continuas y derivables: invertibles y deterministas. No hay baches ni bordillos en los experimentos, pero sí en la realidad.

Por la avasallante democracia de los macroestados, la longitud de las trayectorias mayoritarias serán las que primero se propongan, aun no siendo las mejores. La primera respuesta a una pregunta requiere de energía extra para desmitificarla: la primera bacteria que ocupa un pliegue intestinal, no deja instalarse a otra igual o incluso más eficiente; o la impureza que se cuela en un diamante, es más cara de sacar que si se hubiera diseñado con perfección desde el principio. La ineficiencia en la caminata respecto al óptimo constructual que toma la mayoría es la energía potencial de oportunidad respecto a otra opción mejor.

La aleatoriedad tendenciosa genera exploración de novedad, los ensayos alternativos, las ineficiencias errores, los errores acumulan impurezas en decadencia, la energía de sustitución es mayor que la energía de ocupación, y en asimetría, no hay suficiente capacidad de detalle para un tiempo limitado, ni suficiente capacidad de memoria y se olvida. Así la entropía es el resultado del desvío de energía potencial en: configuración -propuestas de cambio, algo así como un departamento de I+D+i-; privilegios -la energía de sustitución adquirida al haber llegado antes, algo así como un departamento de marketing-; resistencia al cambio -grado de complejidad y organización, algo así como un departamento de administración-; en decadencia -acumulación de errores e impurezas, algo así como la jerarquía de mandos-; en ineficiencias -rodeos en paseos y caminatas, algo así como el departamento de calidad-; e incertidumbre -olvido de las condiciones iniciales, algo así como la gestión de recursos humanos-... El capital es la energía, y si no hay CEO -Dios medieval, no solo Creador como ha sido degradado desde el Renacimiento, sino implicado en la operativa diaria- ¿identidades? ¿son perspectivas de lo mismo? ¿patas y trompa del elefante de Buda? ¿se solapan? ¿dejan huecos? ¿unos sí, otros a veces, otros a medias y otros no?

La Entropía puede definirse de muchos modos, el grado de autismo, el nivel de olvido, la tasa de cambio, la intransigencia de las mayorías, también como la inversa de la calidad de la energía, que a su vez es su capacidad de transformarse en trabajo. La teología neotomista de finales del s.XIX, argumentaba que si la entropía crece, significa que hubo un inicio ordenado, y que ello era prueba de la existencia de Dios. Influida por la escuela de Lovaina, esa línea argumentativa fue retomada en 1927 por Lemaître en el primer enunciado de la teoría del Big Bang, que el Papa Pío XII recogió con el entusiasmo del Sesgo de Confirmación: “Inicio implica una Creación... y por tanto Creador y por consiguiente, Dios”. De haber planteado lo mismo de otro modo, Darwin sería santo. Los algoritmos de las limitaciones de la virtualidad prescriben que si la entropía siempre crece, el Universo es cada vez más ignorante, pero está más localmente estructurado,... Dios tiene mala memoria.

El Olimpo de los Dioses es una residencia de ancianos con demencia senil y de toda la experiencia que tuvo, poca queda que aportar a los hombres. La aleatoriedad anula por olvido a la experiencia que compensa el dinamismo de la juventud. Dos trayectorias de distinta longitud; dos microestados de distinta energía; dos costes para solucionar un mismo problema; dos tiempos entre equilibrios; dos compresibilidades; como dos configuraciones candidatas a ocupar el mismo nicho, de la que una ha llegado antes que la otra; describen el cambio. La ventaja máxima de haber ocupado el nicho antes, es también la cantidad de ruido y restos, el grado de chapuzas acumuladas, la erosión, la

tozudez y la dificultad para convencer, la pérdida de carga, de calidad de la energía, la tendencia a consumir, la máxima fragilidad -resiliencia o resistividad mínima-, la incertidumbre del olvido, la difuminación de los detalles y matices, volviendo de nuevo a enlazar con la distancia de la complejidad a la aleatoriedad.

Si la fricción en la transmisión de un mensaje es pequeña, la fiabilidad es alta, el nivel de error, de desconocimiento, de olvido,... de privilegios y condicionantes, son bajos y el mensaje fácilmente comprimible. Los formalismos de Boltzmann y Shannon son idénticos pues formalizan lo mismo: de acumulación de aleatoriedad y olvido -borrado-, en las extrapolaciones inerciales desde el pasado al futuro en cada sistema, sea hidrológico, informático, electromagnético o termodinámico. El entorno dialoga con el sistema aportando o inhibiendo ventajas para determinadas opciones, que puede que incluso por abrumante mayoría coincidan con las inerciales, pero no siempre: tal vez una mayor concentración de tal sustancia, favorezca la velocidad de reacción en cierto sentido en vez de en otro; tal vez la construcción de un puente, de un encauzamiento, de un dique,... modifiquen la participación del agua retenida en el sistema en la ecuación de estado;... El sistema no lo sabe hasta después de “congelarse” al haber abierto la puerta. No se puede acertar siempre en todas las decisiones, pero no decidiendo no se falla.

La realidad nos aturulla, la simplificamos para que sea asumible, para lo que prescindimos de decimales -convertimos lo irracional en racional-, prescindimos de las interacciones y patrones que no vemos y prescindimos de las irregularidades -convertimos las dislocaciones en continuidades-. La realidad no es inercial, ni lisa, ni está en equilibrio, ni obedece a Cauchy, ni es “bien comportada”. La Entropía es un cajón de sastre de energía que no conserva el hamiltoniano, y si bien tiene en ello su común definidor, a su vez se distribuye en diversos estados: energía potencial de oportunidad -conservadurismo-, energía potencial “adiabática” -acumula información hasta necesitar borrar para acumular mas-, restos del cambio de fase y la emergencia de macroestados, inversión en novedad, ensayos y exploración de otras soluciones del relieve de microestados, riesgo, detalle, ineficiencia constructual -algoritmos por mayoría, no optimizados-, pérdidas de eficiencia para los individuos concretos en decisiones colectivas, errores por las simplificaciones en la medición de variables cinéticas, asimetría en la distribución que describe la tendenciosidad, interacciones ocultas,... en mezcla dinámica por la que lo uno se transforma en lo otro y lo otro en lo uno. Todos los sabios ciegos que tocan las patas del elefante tienen razón y hasta se han puesto de acuerdo, pero no la tienen al negar la interpretación de quien toca la trompa.

La orografía y la pluviometría son independientes para todo modelo climático útil, aunque a escalas geológicas de tiempo -en mayor jerarquía-, sus interacciones generan dependencias: que coincida el flujo de lluvia con la capacidad de drenaje del sistema. En el buen comportamiento rutinario del sistema, ambos llegan a una dinámica de cuasiequilibrio, con evolución parsimoniosa y causal entre equilibrios, previsible y sosegada, que incluso en los eventos extraordinarios se torna en más casual que causal. En la interacción local de orografía y pluviometría, de entorno y flujo de energía, se desvía parte a la modificación del entorno, cuya información queda alterada ocupando la información previa, para lo que se borra la configuración anterior del entorno. La simulación requiere de menor detalle cuanto más parsimonia, tiene menos bits que la velocidad de la impresora en imprimirlos. Las inundaciones se producen dónde la sección del cauce con determinada pendiente y rozamiento, no ofrece a la masa de agua suficiente velocidad para drenar el mismo caudal que otras secciones gestionan (tal vez mayores) aguas arriba, con sus pendientes (tal vez mayores) y rozamientos (tal vez menores).

Si llueve menos de lo que la orografía puede evacuar, el exceso de capacidad de drenaje se transforma en aleatoriedad de modo coherente con la causalidad/casualidad, y la mayoría de los votos da el gobierno a soluciones conservadoras y liberales, en el sentido de poca intervención. En el aparente desorden hay estabilidad y bienestar. En la saturación y la sequía, se imponen soluciones minoritarias y arriesgadas, dictaduras fanatizadas que venden morales y policías estrictas. Orden y desorden son descripciones subjetivas de la evidencia de patrones: dependen del observador, y no son adecuadas para cuantificar la entropía o solución mayoritaria del Algoritmo respecto al óptimo.

Suponiendo que la configuración de la realidad no siempre se porta matemáticamente bien, y cambia brusca y ocasionalmente. La energía que entra en el sistema y no sale ni se entretiene, sino que se acumula y atasca, produce desequilibrio en valor que nada significa para el hamiltoniano y se acumula en la entropía, si no se conoce la distancia entre el equilibrio y la bifurcación en la que se cambia de escala, como solución impaciente -sin darle al tiempo opción- a la solución por turbulencia. Sucede con medir el equilibrio, lo que sucedía al medir la tendenciosidad: con suficientes variables y en buen comportamiento, estadísticamente podemos acudir a una distribución normal, pero caso a caso, localmente, emergencia a emergencia, cada estadística será de su padre y su madre, inteligible aunque no previsible, indeterminada “a priori” según una probabilidad, y explicable al haber sucedido.

La distancia al equilibrio se estima cuantitativamente por el Teorema de Jorzynski, a través del trabajo irreversible: cuán asimétrica la distribución del trabajo entre los agentes del sistema; o dicho de otro modo, lo mal definido que esté, o cuánto se aleja su distribución del valor promedio. El trabajo invertido en sacar a un sistema del equilibrio, es devuelto al entorno durante su relajación en forma de calor por completo sólo si el trabajo es un valor cerrado, pero al no ser el trabajo una variable de estado, -una simetría “gauge”-, sino un proceso cuyo valor estadístico tomamos como variable del sistema, sus “momentos estadísticos” de orden mayor a 1 (los que no son promedio, sino sus matices como la dispersión, la asimetría u oblicuidad, la curtosis,... disipan), responden a asimetrías que se pierden irreversiblemente. Al describirse completamente por definición con promedio y dispersión, una distribución normal del trabajo disipará según su desviación típica, tanto más cuanto mayor sea su dispersión al cuadrado. Cuanto más asimétricas en más grados del polinomio expandido de su caracterización, más irreversibilidad.

Si no se conoce la distribución de la distribución del trabajo entre los agentes que provoca el desequilibrio o en situaciones solitones u homeostáticas, otro modo más gráfico de descripción pueden ser las funciones candidatas de Lyapounov, -camino por funciones mínimas, máximas, funciones de inflexión,...-, que definen un espacio de curvas de nivel convergentes a zonas de equilibrio estable o inestable, localmente atractivos. Una función de Lyapounov con derivada negativa, será atractor para situaciones desestabilizadas; así como valores positivos escupirán esas configuraciones de modo aleatorio, ofreciendo rupturas de reversibilidad al encontrarse con singularidades.

“Strictu sensu” la entropía no es tanto desorden, sino cantidad de soluciones posibles y equivalentes a la conservación de la energía y del flujo a la vez: es más corriente que abunden más soluciones aparentemente desordenadas que ordenadas, como en un gas, cuando la interacción es cinética e inercial y así el conjunto de microestados más abundante será el más simple y desordenado, en el sentido de gran varianza. Si el sistema contiene partículas transmisoras de fuerza, interacciona con atracción o repulsión, con mayor entropía, mayor complejidad y patrones ocultos que se manifiestan autoorganizadamente.

En un sistema isoterma, el principio de máxima entropía se convierte en el principio de mínima energía libre. En 1949 Onsager propuso el mecanismo de transición isotropo-nemótico de cristales líquidos. Más volumen accesible para cada partícula lleva a menor entropía, lo que puede suceder en una disposición cristalizada respecto a un desorden fluido. Simulando la distribución de las bolas duras en un espacio cerrado -cual naranjas en una caja-, en 1957 Alder y Wainwright publicaron modelos numéricos en los que las soluciones “ordenadas” eran más abundantes que las “desordenadas” en saturación mayor al 50% del volumen. Desde 1986, la química de los cristales líquidos y de las soluciones coloidales, juegan a añadir ciertos polímeros que se adhieren a la superficie de las partículas; y como consecuencia de ello se produce una interacción que repele el acercamiento de dos de tales partículas, y que llega a ser de tal intensidad que puede incluso vencer la atracción electrostática entre ellas.

Al elevar la temperatura de un sistema, hay más energía a disipar, lo que precisa de mayores flujos, que es mayor velocidad de cambio, si en laminar no es suficiente, el sistema se gestiona en

turbulencia, y aun así no basta, de mejores flujos, incluso modificando la “superficie” por la que drena la energía. Todo a la vez y todo ya: nada de entretenerse a analizar opciones, consideraciones y ventajas o inconvenientes. La realidad es muy bruta y funciona por cantidad de alternativas, en vez de por la selección sesuda y depurada de la mejor solución (es cuantitativa, no cualitativa). Puede haber sobras en la capacidad de drenaje hasta la saturación, que los desordena; pero también excedente de energía que sobresatura el sistema, que se reinvierte en probar nuevos modos de drenaje y los ordena con mayor entropía. Al obtener localmente beneficio del orden en la concentración de la disipación de energía con caminatas menos aleatorias, la reducción de ineficiencias generan excedente que se usa, sea reinvertiendo en erosión, en novedad,... en I+D+i, o en pruebas, errores e inestabilidad.

Ni mayor entropía significa necesariamente mayor desorden, ni más evolución acaba en más complejidad. Ni el tiempo lleva lo aleatorio a lo óptimo, ni la suma de los intereses locales al interés general. El propio interés egoísta de cada subsistema local en conservar su flujo, puede no coincidir con el interés del sistema general, sea lineal, multiplicativo,... potencial-exponencial. La gestión local por almacenamiento de agua en un lago, puede no coincidir con la solución óptima al flujo de la cuenca hidrográfica en general, lo que obliga con el tiempo al cambio en la orografía. Alguien se sacrifica por el bien del grupo, o que para que el conjunto se optimice, unos ganan y otros pierden, pero no hay modo de que siempre todos ganen. La suma de comportamientos por interés local, puede producir un comportamiento colectivo de distinta naturaleza (como la suma de las intenciones de maximizar el beneficio por parte de cada individuo de un mercado, produce una minimización del beneficio del conjunto),... o no, si la relación entre ellos es asimétrica (los mercaderes tienen diferentes ventajas). La complejidad se concentra localmente en el espacio (cada vez más cara, ineficiente y con mayor consumo), en el tiempo (la evolución se acelera) y escala (emergencia jerárquica de organización cada vez más compleja). El crecimiento en espacio es Expansión, en tiempo es Entropía y en escala, Complejidad.

La narración de la disparidad continua-discreta de las mecánicas relativista y cuántica, se repite en la dinámica de la energía y la escala. Si el flujo espacial de energía se concentra continuamente en el tiempo, la jerarquía sube abruptamente de nivel en saltos, en cierto sentido análogos estéticamente a los cuánticos, y que llamamos emergencias. Los niveles emergentes iguales tal vez hablen distintos idiomas -células distintas entienden mensajes químicos de modo diverso-, pero pueden compartir significados: hay gramática, traductores y una lingüística. Biosemiótica: el signo y no el gen es la unidad de información. Los niveles de diferente jerarquía no comparten paradigma ni propiedades: no hay traductores, pues no comparten las variables de estado, y no se pueden entender, solo tolerarse e incluso colaborar, aunque lo hagan sin intención y cada uno crea que va a lo suyo. Al saltar a un nivel mayor de organización, la organización se concentra y las referencias de tiempo aumentan en orden de magnitud. Una célula vive unos días en el cuerpo que vive decenas de años. Las sociedades viven siglos... Si el tiempo entre turbulencias pasa cada vez más rápido, lo hace en referencia fractal a unidades cada vez mayores. ¿Tendrán que ver: serán iguales sus derivadas, convergerán o divergerán?

Los humanos no conquistarán el espacio sideral ni extraterrestres nos visitarán, pues sus referencias de tiempo no están en el orden de magnitud asequible a las distancias interestelares. Entidades emergentes que tal vez tengan algún parecido con la Matrix o la Colmena Borg, con Gaia o Skynet, tendrán marcos de referencia temporales de otro orden de magnitud. Si conviene según coste beneficio, ellas buscarán a sus homólogas, con las que puedan entenderse y relacionarse, acumular una historia de ineficiencias, no a nosotros. No les entenderíamos y tal vez ni siquiera sabríamos identificarlas tal y como ellas mismas se identifican. Si Internet fuera consciente de si misma quizás no lo sabríamos. Podemos imaginar hombrecillos verdes, pero no se nos pasa por la cabeza imaginar que nuestras células quieran contactar con las suyas y desearse paz y amor, sin nuestra traducción. No hay exploradores de la galaxia a nuestro nivel, sino a niveles jerárquicos superiores con otros referentes vitales que viven miles de años,... quizás algún día veamos alguno de paso a sus cosas, pero seguramente ni se fije en nuestros patéticos intentos de llamar su atención... o si se para,

pongámonos a temblar, no será para conquistarnos, sino para absorber recursos, sean estos los que sean según entienda a quien no entendemos. Una ameba no se pasea de charco en charco, si no es a remolque en el zapato que la ha pisado.

En un Universo en expansión, con flecha del tiempo desde el pasado al futuro, la emergencia de novedades es consecuencia genérica de la localidad y no una excepción local. La extensión del tiempo vital obliga a la concentración, mantiene la ola solitón en homeostasis -equilibrio inestable de soluciones turbulentas a la “ecuación de conservación”-, acumula ineficiencias en su flujo hasta devolver energía al entorno -envejece- y los subsistemas -desde las celdas hexagonales de Bénard a los órganos del cuerpo- se especializan y modularizan a la vez que se desvinculan. Por contra, con la emergencia se transporta funcionalidad de la estructura de las configuraciones a la holística y relación, de la topología -geometría sin métrica- a la dinámica -relato despejando ineficiencias-, haciendo cada vez más dependientes las variables -vicios- dentro de cada subsistema. Así la homeostasis cuesta energía por ineficiencia de la aleatoriedad, pero la ineficiencia es el vertedero de acumulación de los residuos dónde se gestan novedades, por lo que reproducirse es una necesidad de puesta a cero del contador de errores y vicios. La emergencia toma como inputs constantes lo que en su nivel de procedencia había evolucionado a una distribución probabilística de valores y define los nuevos atributos como independientes y sin historia de relación entre ellos.

Así como mezclamos distintos regímenes democráticos y autoritarios -desde la saturación e insaturación- reconociéndose ambos como gobierno: difusión o turbulencia, conducción o convección, también lo hacemos en el equilibrio -más sillas que culos mantienen el equilibrio entropizan en la cantidad de sillas que sobran, y más culos que sillas desequilibran el sistema en la cantidad de las que faltan-. No son “idénticos” complicado y complejo, ni desordenado que caótico, ni aleatorio que normal, ni sensibilidad que olvido de las condiciones iniciales. Puede haber caos estocástico lineal, multiplicativo y no-lineal; pero también determinismo multi-lineal, tan complicado que por insuficiente capacidad de proceso lo confundamos con aleatorio. Si el desequilibrio es la acumulación de flujo por saturación de la capacidad de drenaje del sistema, se manifiesta en turbulencia y es como la presión sobre una superficie de la que no conocemos “a priori” su resistencia. La medida del desequilibrio es la de la tolerancia del envase a la turbulencia, el caudal respecto a la capacidad de drenaje del cauce... la inundación. En éste caso particular la capacidad de drenaje se puede calcular por la pendiente, la sección y la rugosidad; y es posible evaluar la probabilidad de una inundación para cada caudal. Pero ¿conocemos la capacidad de drenaje de energía de cada proceso de desequilibrio? Las candidatas de Lyapounov son suficientes pero no necesarias.

Mientras la energía pueda almacenarse y disipar a mayor velocidad en el flujo de lo que es gestionada por el sistema, se distribuirá con cierta aleatoriedad dependiente de lo independientes que sean las variables del espacio de soluciones -fases-, por debajo de la capacidad del sistema para drenarla y será resto no utilizado: se derramará para ocupar con cierto grado de aleatoriedad las configuraciones disponibles -como un gas que ocupa el volumen del recipiente que lo contiene, o la ropa en el armario-, invirtiendo esa financiación en consumo y gasto, pero no en inversión que produce complejidad y defectos, empresas de éxito y quiebras, sin efecto multiplicador de la innovación y la competencia. Si hay más mercado que propuestas, la escasa innovación y competencia favorecerán configuraciones más optimizadas, conservadoras, pensadas y menos originales, pero si hay dificultad por obtener una insuficiente financiación, solo los más arriesgados podrán sobrevivir. La inversión en ineficiencia se transforma potencialmente en exponencialmente productiva o en crisis.

La Ley de Continuidad tiene varios padres. En condiciones microcanónicas, el Teorema de Liouville nos recuerda el carácter conservativo de un volumen en el espacio de fases, que es flujo en una superficie. Si localmente un aporte de energía supera la capacidad de ser almacenada y drenada, sin orden ni concierto, o la acumulación de información sin capacidad de ser procesada, el postulado de microestados sin poder realizarse, las trayectorias que quieren correr el encierro,... tropezarán como corredores y toros en la entrada de la plaza en un encierro de San Fermín, y

crecerá el desequilibrio local, que crea una presión sobre el sistema limitado por la capacidad de flujo disipativo máximo que permite la superficie, que lo puede llevar a la inestabilidad y al colapso o a la exploración de otras soluciones y de ahí a la genialidad. Lo localmente desequilibrado y turbulento puede disponerse en un entorno general equilibrado y entrópico, y viceversa: funcionarios con emprendedores; pero también en una situación intermedia de equilibrio homeostático localmente turbulento o Sistema Complejo Adaptativo.

Pero también hemos descrito el caso de insaturación, como situación a votar entre los microestados por la ecuación diferencial de conservación de energía y su flujo: de más sillas que culos. El que no todos los nichos y posibilidades estén ocupadas oferta decisiones no convergentes, prescribe un álgebra booleana, laminar, lineal o incluso multiplicativa, con operadores reversibles y por ello analítico. Rigen modelos tipo Leipzig (el mínimo constructual lo define el factor limitante). Los sistemas crecen, la evolución es continua, el desarrollo proporcionado,... todos viven bien y la igualdad va matando la actividad. Los microestados votan gobierno laminar. La misma Muerte como solución de equilibrio termodinámico, apoya la tesis del primo de Darwin, F. Galton, que intuyendo el teorema central -con el tamaño se tiende a la campana-, propuso el “Principio de Regresión a la Media”, por el que los sistemas tienden con la condición de linealidad e independencia, a la mediocridad.

Muerte al minimizar la energía; vida al minimizar su derivada: el flujo. Equilibrio termodinámico vs equilibrio homeostático. La estabilización del flujo de energía -homeostasis- es equilibrio dinámico del sistema frente a la variedad del entorno; y muere cuando se rinde y estabiliza con la solución de mínima energía: no gastar y dejarse llevar así por el entorno, incapaz de cambiar para adaptarse o sin energía para adaptarse. En homeostasis el flujo coincide con la capacidad disipativa, el caudal con el cauce y todas las farmacias y estancos tienen beneficio, el mercado se “perfecciona”, el marketing lo tiene cada vez más complicado para diferenciar el producto, y según madura el mercado, se reduce el beneficio marginal hasta el lanzamiento de un nuevo negocio. El vivo vive en homeostasis al precio de envejecer: cuando todos opinan lo mismo, es que ninguno piensa, (W. Lippman).

A medio camino hacia el otro extremo de saturación, el que haya más oferta que demanda de posibilidades, prescribe un álgebra “libre de escala” y “correspondiente”, lineal en la escala logarítmica, pero turbulenta y no-lineal en el tiempo, con operadores que rompen la simetría y definen una flecha de tiempo que el propio sistema olvida de verdad -y no por complicado-... pero la repite, en terminología actual lo llamamos viral. Los sistemas de álgebra viral emergen o colapsan, hay cambios jerárquicos de propiedades y variables de estado, la suma o multiplicación de intereses locales no produce una caminata aleatoria convergente en su ineficiencia hacia la igualdad en la longitud de trayectorias. Si el equilibrio estable se desestabiliza por saturación más allá de lo gestionable por la turbulencia, por el caos complejo, puede estallar la revolución, todo se descontrola hasta que se pone el contador a cero en la holística de un nuevo sistema que nace inocente de los vicios de sus padres.

El Teorema de KAM determina que una pequeña no-linealidad introducida en un sistema, produce una presión selectiva contra los movimientos armónicos puros y racionales, favoreciendo la repetición de patrones autosimilares no-idénticos -restos, ineficiencias, errores,...-. Cuando la no-linealidad se extiende y refuerza, la convergencia se destruye a partir de un valor crítico de no retorno, desde el que no es posible inferir los criterios de supervivencia de unas configuraciones ante otras... las reformas pueden, con suerte, llevar a sistemas políticos autosimilares o convergentes, pero las revoluciones no resultan lo que los revolucionarios pretendían, al gobernar en minoría macroestados inexplorados. Toda brusca ruptura de la simetría temporal procede de la bifurcación y amplificación de una inestabilidad, desde lineal, pasando por proporcional, exponencial y hasta viral. Para amplificar una resonancia, los cocientes deben ser entre racionales y se desprecian decimales, cenizas,... A partir de un valor crítico de energía se avanza sin remedio al desorden y a la novedad impredecible, ocasionalmente convergente hacia algún atractor... “autosimilarmente” una y otra vez, hasta que en uno de los saltos resbala o no agarra la siguiente



rama y muere,...

En el caos todo orden aparente, se desvanece a la vez que aparecen patrones a otra escala: la aleatoriedad aparente y autosimilaridad aparente son dos caras de la misma moneda de oro, pues en el contexto KAM, la proporción aurea es la relación resonante entre los periodos de mayor estabilidad. El azar tendencioso, el exceso de longitud en la trayectoria mayoritaria, los decimales despreciados, la energía no utilizada, los sacrificios individuales para el bien común, la resistencia al cambio, los comportamientos "free rider", las cenizas, las sillas que sobran, el detalle no memorizado, ... la Entropía, marca la frontera entre la hipersensibilidad divergente y el olvido convergente de las condiciones iniciales. Hipersensible puede ser complicación hasta lo inabarcable, pero lo que no sea posible para el mayor de los ordenadores, tal vez pueda ser determinado por el menor de los dioses. La información se transforma en estructura. El caos del olvido es otra cosa: en un Universo localmente irregular, ni los dioses recuerdan la trayectoria de ida, salvo que tuvieran el poder de residir en más dimensiones y ver a la vez causas y efectos como puntos de un espacio-tiempo menor y a cualquier escala.

La irreversibilidad termodinámica reinterpretada desde la Mecánica Estadística, distingue entre procesos de evolución en los microestados cuasiestáticos, reversibles de equilibrio en equilibrio; de los procesos explosivos e irreversibles, que no tienen tiempo de pasar por el equilibrio (en cuántica son partículas resonantes o intermedias, que no conservan la energía pero sí los demás números). La estabilidad dinámica de las singularidades emergentes y/o catastróficas: puntos del espacio de fases convergentes en soluciones o divergentes en "dislocaciones", introduce decisores estocásticos en situaciones de no-equilibrio. La irreversibilidad sin equilibrio respecto al que referirse, implica necesariamente impronosticabilidad. Poincaré ya había demostrado la recurrencia, lo que significa que la divergencia no impide una aproximación no-analítica a un patrón, pero no será de la dinámica entre equilibrios, sino de la similaridad entre disequilibrios.

Irónicamente, a pesar de conservar la información, de la hipersensibilidad puede surgir el caos; y sin embargo del olvido aparecer el orden espontáneo. Se han desarrollado originalmente metáforas matemáticas para la Teoría de Cuerdas, definiendo paisaje n-dimensional de valles, mesetas y montañas, estables e inestables, configuraciones más probables donde buscar una bolita que lanzáramos al azar en ese paisaje: las "bifurcaciones" del espacio de parámetros o "atractores" del espacio de soluciones -fases-. Tirando un número suficientemente alto de canicas a éste "juego", se acumularán de similar modo en similares "geomorfologías", aunque con más de cinco dimensiones, las estabilidades locales tienden a infinito, modulándose el sistema en subsistemas independientes: órganos funcionales como lo vemos si nos miramos en pulmones, corazón, riñones, ... Al llover, los charcos siempre se forman en los mismos sitios y son de tamaños proporcionales a lo que llueve y entre si: para varios sistemas con variables similares, los "ordenes espontáneos" sobre las que actuará la Selección Natural serán múltiples y localmente convergentes.

Un partido de fútbol tiene condiciones iniciales y reglas perfectamente conocidas, y no por ello podemos predecir el resultado de un encuentro. A diferencia de los sistemas aleatorios -la lotería-, en el desarrollo de los sistemas dinámicos no-lineales o adaptativos complejos -la turbulencia-, la unidad, el árbol, no importa, y la finalidad no es la predicción, sino la descripción de los patrones que emergen en el bosque. No es lo mismo la sensibilidad a las condiciones iniciales -en el que además hay grados-, que el olvido de las condiciones iniciales -en el que también hay grados-. En el caos determinista, tan complicado que es aparentemente aleatorio, por definición existe una estructura subyacente de orden. El que sea demasiado compleja para ser pronosticable, no significa que no sea un sistema estructurado a su modo y emergerá el orden indeterminado que lo determina. En el olvido, no será la información conservada, sino la convergencia de trayectorias de soluciones más probables, de la que surgirán patrones probabilísticos. Quien aparcando abolle el coche ajeno, solo dejará nota si es observado.

La estadística determinista funciona bien en los desarrollos cuando la media importa más que la varianza; la aleatoriedad cuando los valores son tan dispersos que poco nos dice un valor medio,

mediano o modal. Los atributos de los sistemas que convergen por diferentes paseos aleatorios de muy alta varianza -vuelo de Lévy- en una bifurcación, son olvidados -propiedad de Markov- y no son deducibles de las propiedades y leyes del sistema resultante. La E. Coli tiene un flagelo con el que se mueve en tramos largos separados por cambios de dirección aleatorios. En sus paradas “huele” y los mensajes químicos que percibe hace converger en sus trayectorias hacia el lugar donde está la comida. Cada parada, cada sinapsis, cada encrucijada, cada decisión aleatoria, cada singularidad, cada provocación entrópica, es una oportunidad de diálogo con el exterior.

Con infinita capacidad de proceso y memoria, un dios menor residente en nuestra realidad y afectado por la Ley de Causalidad, olvida si no es capaz de recordar también el futuro... lo que nos permite el libre albedrío. Simple procede etimológicamente de plegar una vez, y complejo de trenzar, anudar. Tras recoger la estadística por el camino, la termodinámica disipativa, se paró en la panadería -transformaciones topológicas, para quien no pille la referencia-, a negociar con la irreversibilidad y la irregularidad del entorno, la definición de Libertad.

Simetría: el entorno modifica la vida y la hace evolucionar, a la vez que la vida modifica el entorno y lo hace evolucionar. Igual hacia la derecha hay nubes y hacia la izquierda está soleado, o igual alguien pone un cartel anunciando una fuente de agua fresca. Las singularidades en funciones mal comportadas, son encrucijadas en las que el sistema escucha al medio y se deciden influidos por la tendenciosidad local -modificaciones de la aleatoriedad- en la inercia entre pasado y futuro: son influenciados. Ante una decisión entre izquierda y derecha, por tener un muro en la opción de seguir recto, la aleatoriedad puede ser tendenciosa... colarse para darle ventaja a una opción. En el alfabeto no todas las letras tienen la misma probabilidad aleatoria, y sin embargo si se propone la inercia tras una A, el que esté seguida por una B o por una Z no es la misma por la historia del desarrollo del lenguaje. Esa probabilidad no es constante y en unos siglos, según haya evolucionado la lengua las cantidades de B o Z después de la A no serán la mismas. El entorno o la intención pueden entrar en el devenir. Para que haya comunicación entre sistema y entorno, debe haber singularidades, que ofertan así, por el mismo proceder el grado de libertad.

El equilibrio homeostático de un Sistema Adaptativo, es adaptación turbulenta al desequilibrio del entorno, análogo a una ola “solitón”, y lo uno no sabe de lo otro a través de la discontinuidad y las dislocaciones, sin los que no hay ni necesidad ni capacidad de adaptación. Dos neuronas se comunican por un espacio intersináptico en el que la concentración de hormonas de un tipo inhibe o potencia un camino respecto a otro. Si el entorno no es perfectamente homogéneo, influirá en las decisiones más transitadas y como sucede en los procesos de decisión del camino de una hilera de hormigas, la retroalimentación de una de las opciones hace converger al sistema hacia esa opción. Las termitas dejan montoncitos de tierra con saliva que contiene una hormona de agradable olor con un alcance crítico, así acuden otras termitas a dejar sus depósitos y los pilares del termitero crecen a distancias similares y construyen termiteros parecidos sin mandarse planos por fax.

Un sistema tenderá a dividirse en comportamientos de subsistemas cada vez más independientes entre sí, en vez de dividirse en comportamientos individualizados y óptimos para cada uno de sus agentes, aunque fuere más constructual, pues ello indicaría una aleatoriedad sin influencias. Todo sistema tiende a la autonomía y a la dependencia, siendo el individualismo y el independentismo los extremos óptimos en los que muere. La no-derivabilidad y la discontinuidad, -entropía y aleatoriedad-, nos ofrecen la capacidad de decisión, elección y equivocación,... la Libertad, a la que no tienen capacidad de acceso ni comprensión simplificaciones, utopías e idealizaciones.

En formalismos clásicos las funciones no resolubles por métodos matemáticos se “factorizan”, “linealizan”,... y con la aparición de los ordenadores, el cálculo numérico permite modos más “brutos” y efectivos de aproximación, añadiendo más errores de pronóstico para mejores funciones, con el coste de prescindir de la deducción intermedia. Las relaciones entre subsistemas modulares pasan a combinarse por las relaciones entre elementos que los constituyen -pulmones y corazón se influyen a través de glóbulos rojos, células especializadas de la misma jerarquía que las células de cada órgano- introduciendo un eje adicional de escala, a la estructura y funcionalidad, al tiempo y al

espacio. Las enzimas manejan ordenes de magnitud de tiempo y de espacio distintos a la información genética que codifica su concentración en tiempo y espacio. El desarrollo de axones maneja ordenes de magnitud de tiempo y espacio distintos a las transmisión de potencial eléctrico entre las neuronas. Los paradigmas manejan ordenes de magnitud de tiempo y espacio distintos a las ideas, experiencias, observaciones, teorías, prejuicios y experimentos, que los definen.

Cada jerarquía de escala en la realidad pone a cero la memoria del sistema que se inicia: al emerger la historia de fricciones entre agentes del sistema, es obviada por el nuevo sistema en el que toma estructura y dinámica, relato e ineficiencias de los anteriores como elementos constitutivos. La fricción se manifiesta con otros atributos pues es, entre otros agentes, la historia de las ineficiencias y vicios entre partículas, y se traduce como entropía al considerar la temperatura o la presión, que no niegan la existencia del rozamiento en una jerarquía menor, sino que tienen otro modo estadístico de describirlo. Cambia el lenguaje y para que el nivel inferior comprenda los criterios del nivel superior, debe resumirse. La Ley de la Entropía es el modo de reconocer sin aceptarlo explícitamente, que los sistemas ideales proceden de sistemas reales, que el bien del colectivo puede requerir de algún sacrificio del bien de alguno de sus agentes en algún momento, que sólo en su inicio son inmaculados, que envejecen y acumulan manías, que no todos los créditos se devuelven, que no todo el mundo es bueno, o malo, que los egoístas ganan, que no hay movimiento inercial o sistemas bien comportados en todo espacio, tiempo y escala.

Ni el hombre soporta demasiada realidad, ni los simulacros demasiada física y debe de compensarse con las entropías o todos los matices de La Entropía. Podríamos enunciar la Segunda Ley de la Termodinámica como el precio por sostener la Primera Ley de la Mecánica Clásica, en flagrante negación de la realidad -reversibilidad temporal- y de la idealización por la que en cualquier cambio hay fricción. No es posible idealizar una dinámica colectiva en la que el movimiento de las partículas de un sistema suficientemente complicado, sea inercial, elástico y perfecto. Medimos nuestro desconocimiento -la degradación de nuestro conocimiento- por los prejuicios asumidos: los sistemas ideales no existen. Casi todos los sistemas que cambian con el tiempo son disipativos, pero en números laminares algunos pueden aproximarse a inerciales. La hipótesis ergódica supone que en condiciones ideales de homogeneidad -en el espacio- y estacionariedad -en el tiempo-, la media es la suma de los promedios; y cuando no es suficiente, los axiomas de Reynolds, convierten por decreto en gaussiana a toda distribución turbulenta: reducir, linealizar y laminarizar a conveniencia para satisfacer a los mecenas.

Al poner el contador a cero en las condiciones iniciales de una nueva jerarquía, las variables continuas son sustituidas por sus valores estadísticos, simplificando la historia y olvidando que son hijos de complicados procesos. En un partido la pelota pasa de ser vista por los atributos de la temperatura del aire que la contiene, la resistencia de los tejidos con la que está fabricada, las fuerza de sutura de las costuras, el color de las pinturas, su disolubilidad, la fuerza de adhesión de los pegamentos,... a ser una esfera de radio, elasticidad, peso,... y de ello, para el sistema “partido de fútbol” pasa a ser un punto adimensional “sin pelo”, situado en el centro de gravedad, dónde se aplica un momento cinético, y el cálculo de su trayectoria se idealiza y aproxima inercialmente, olvidando el movimiento de las partículas de gas sobre las paredes internas del plástico. Al poner el contador a cero, las partículas de aire de un balón en una cubierta de cuero con una descripción estadística, lo que era continuo puede ser cuantizable en números enteros de balones, de jugadores, de goles... y no hay quiniela posible de resultados irracionales, sino enteros.

En su descripción matemática un electrón es un campo distribuido en el espacio-tiempo, y en el siguiente nivel jerárquico pasa a ser descrito por las propiedades aplicadas y aplicables a un punto en el centro de gravedad. ¿Cómo podemos definirlo como Fundamental, tomando por Fundamental aquello que no es divisible, si para definirlo lo hemos descrito como una “nube de probabilidad”? Todo es fundamental en su nivel jerárquico si se define según el lenguaje de propiedades en una escala determinada. Fundamental debe ser reconsiderado como Inercial... “liso” (Sísifo): la curva a mano alzada coincide con una función derivable, sin resto. El mundo fundamental es de geometría fundamental. Los agentes constitutivos de un nivel de jerarquía son puntos adimensionales que

resumen distribuciones complicadas de variables interrelacionadas, y así las dimensiones son los atributos del nivel emergente superior. ¿Hay viscosidad en la excitación y desexcitación de un nivel energético en un átomo? ¿existe lo Fundamental o hasta las partículas subatómicas son sistemas fractales?

Media la misma capacidad de ser complejo un Universo entre la escala de Planck y la escala cuántica fundamental, que entre ésta y la del Universo. Media menos tiempo hacia el pasado que hacia el futuro, y sin más razón que la capacidad de medición del observador hemos decidido que lo Fundamental se da en aquel nivel de detalle al que podemos acceder: ¡qué casualidad! ¿Quién se puede creer que más allá de la escala de los “femptos” nada sucede? La órbita de La Tierra va cayendo hacia el Sol al emitir ondas gravitacionales, aunque a ritmo tal que un observador que tuviera esa escala por fundamental, podría aproximar a ser absolutamente estable.

La Teoría del Todo necesita deshacerse de lo inercial para unificar en un paradigma las preguntas y poder tener una, en vez de varias respuestas. Premisa que no se cumple si el movimiento inercial sin rozamiento de la dinámica y el principio de equivalencia relativista, deben de coexistir con el movimiento con fricción o entropía de la termodinámica; la determinación de la posición, con la indeterminación del momento; y la fractalidad de las leyes manteniendo las propiedades -Principio de Correspondencia-, con la jerarquía: el desarrollo dentro de cada fase -evolución progresiva-, debe coexistir con el cambio de fase y de los atributos en sistemas jerárquizados -evolución a saltos-. En una negociación todos deben reconsiderar su posición y transformar algo esencial en accesorio para construir desde lo que es común. No habrá TOE sin POE, -”paradigm of everybody”-.

Si tomamos la escala como dimensión del sistema con el espacio y el tiempo, la ruptura de la simetría, transita la fase para cambiar los atributos con la jerarquía y deja de conservarse la fractalidad espacial -estructura- y/o temporal -función-. Las leyes dinámicas del movimiento de partículas, cambian a las leyes de la termodinámica al cambiar la escala. Lo accesorio puede ser lo inercial en el inicio de una emergencia, en sistemas no saturados,... Sistemas “ab initio” en los que la suma de las acciones individuales producen un resultado colectivo vs sistemas en los que la suma de las buenas intenciones, genera un sistema injusto, autoritario y cruel (la prédica del amor universal conduce a la Inquisición; o el voto de ignorantes, interesados, egoístas, cobardes,... generan una democracia con mejores decisiones y adaptabilidad, que una dictadura de los filósofos). ¿Qué magnitud deja de conservarse?

En entornos localmente sobresaturados, el exceso de flujo entrante respecto al limitado divergente de aporte o drenaje de energía del sistema, genera turbulencia como desespero por recuperar el equilibrio por las malas, ya que por las buenas no llega a tiempo: un huracán es un modo rápido del sistema atmosférico de recuperar la homeostasis y bajar unos grados de temperatura amplias zonas del océano. Si lo hiciera por conducción o radiación, sería más lento que la velocidad de acumulación y colapsaría. Si con turbulencia no-lineal no se recupera el equilibrio, no espera a esa estabilidad y evoluciona como no conservativa, que para unos es suma-no-0 de la acción-reacción, otros lo llaman simetría-rotas, e implica necesariamente la no-conservación de una magnitud. Sólo en el desequilibrio entre estados estacionarios, es posible una relación comercial en la que ambas partes contractuales obtengan beneficio (teorema de Coase, por el que el equilibrio, la igualdad o la justicia, son muerte) o perjuicio (ineficiencia de la distancia a la caminata óptima), e interpretando a E. Noether, no suman-0 y su diferencia resta la cantidad de desequilibrio o flujo neto -Divergente de Campo-.

Formalmente se entiende por Identidad, la independencia en el resultado respecto del formalismo utilizado. Sin interpretar coincidencias matemáticas con coincidencias fenomenológicas, el método de caminos de Feynman, se demostró idéntico al matricial de Heisenberg y a la función de onda de Schrödinger, al menos en su relato; pero también son idénticos al método “random walk” de las caminatas estocásticas para cuantificar la aleatoriedad -la libertad-, respecto al cálculo numérico por combinatoria del “algoritmo perfecto”, que también estima el potencial del privilegio o ventaja de

Exclusión, incluso el grado de perfección, y hasta la cantidad de ineficiencia o “ceniza” que cuesta una emergencia (los perdedores de todo cambio). A su vez medir la ineficiencia resulta equivalente a la improbabilidad de los microestados de Boltzmann, y éste al método de Clausius, que convergen por la decisión del detalle con la pérdida de información de Shannon. Así conceptualizada, la entropía no tiene porqué ser desorden, sino una consecuencia directa del Principio de la Causalidad: la causa precede siempre al efecto... y por no conocer el futuro, las elecciones no son siempre las mejores de las posibles, sino las más constructuales, o la inercia infinitesimal de una función, puede presentar discontinuidades, por donde y cuando se comunican e interrelacionan sistema y entorno.

Todos lo sabemos, decidir es asumir errores. Todos lo sabemos: la óptima trayectoria en el espacio de fases de un sistema no-lineal, no se corresponde con la suma de la óptima trayectoria de todos sus agentes, o dicho de otro modo, en todo cambio en el que la interacción obliga a la localidad, unos ganan y otros pierden. Con éste prisma, la Segunda Ley de la Termodinámica es consecuencia de la Ley de Causalidad -el desconocimiento del efecto genera la ineficiencia cuando localmente se decide por extrapolación, sin saber que espera una irregularidad singular- que es puente con la Relatividad: Simultaneidad y Causalidad. La Selección Natural de las trayectorias o soluciones más inerciales, en interacción limitada por la velocidad de respuesta que requiere la gestión del flujo, harán evolucionar el sistema a una distribución que preferirá las que optimicen un mejor resultado local con la información disponible en local, modificando la distribución de “lisa” a “rugosa”. La cantidad de trayectorias de igual longitud o el número de soluciones con el mismo número de pasos, en el continuo es la probabilidad de cada longitud de trayectoria o pasos para la solución, y conforman distribuciones estadísticas idénticas a las Funciones de Partición, que tienen así modos “idénticos” de definirse.

Si como ejercicio didáctico, la Causalidad sustituye a la ley del incremento de la entropía, y se recita la conservación de la energía como segunda condición, puede describirse la evolución de un sistema determinista de dos variables. Si añadimos la conservación de la derivada en cada superficie del espacio de fases: Continuidad; se describe un sistema de ecuaciones diferenciales en equilibrio de tres variables de estado... como la termodinámica o los sistemas magnéticos. ¿Por qué parar ahí? ¿Por qué no conservar la segunda derivada, o la tercera,...? Implícitamente limitamos el paradigma de la Mecánica Estadística a tres leyes porque asumimos distribuciones normales, que por definición tienen media fija y desviación típica variable, pero el resto de los momentos —y “cumulants”- nulos. En un modelo de distribución no normal, no son suficientes tres leyes de conservación, sino todas aquellas que describen completamente el conjunto.

La descripción matemática aproxima el comportamiento de la realidad, y en toda teoría conviene el óptimo constructual entre utilidad y coste: para un gas en equilibrio, considerando sus tres variables de estado, es suficiente con las tres leyes de la termodinámica, pues el sistema es determinista y no tiene la clase de universalidad -dimensiones- que permite el caos, lo que nos permite pronosticar en el confortable entorno de la reversibilidad para el conjunto de las partículas. A medida que el sistema gana complejidad en su dinámica -recuerda interacciones-, las ecuaciones diferenciales deben incorporar variables independientes, si la realidad presenta forzamiento en la conservación del flujo y tras un evento local no es capaz de conservar el flujo, sin recurrir a la turbulencia. La descripción debe incorporar más dimensiones y ecuaciones si el sistema presenta autoorganización alrededor de puntos críticos locales; si no hay equilibrio (una no puede despejarse y ser expresada como relación analítica de otras).

La restricción de tres leyes, proviene de la suficiente utilidad de una descripción determinista “normal”. En una descripción más meticulosa de la dinámica de un sistema no-lineal, turbulento, alejado del equilibrio, caótico y localmente autoordenado, las leyes deberían incluir, a parte de Causalidad y Conservación, no sólo la Conservación de la Derivada o Continuidad por unidad de superficie, sino también de la derivada de la derivada, y la derivada de la derivada de la derivada,... hasta llegar al cero o a un bucle “de variable compleja”. No hay Tres Leyes, sino según sea la distribución estadística de los agentes que componen el sistema. Si Tres Leyes nos son suficientes, es por cumplir las condiciones para el Teorema Central y/o disponer de un sistema cuya memoria

distorsiona la distribución entre los agentes, descritos por “momentos estadísticos” no nulos, dadas las condiciones excepcionales de dimensionalidad. Al considerar distribuciones estadísticas no normales, más tienden a aparecer comportamientos muy difíciles de modelar, como la localidad de puntos no derivables (cambio de fase laminar a turbulenta o viceversa) y exponencialidad no-lineal. La utilidad, como sucede en QM, determina el modelo: con  $n$  variables, precisaremos de un número similar de condiciones expresadas en ecuaciones diferenciales, para aspirar a alguna solución... y de mucha simetría para no liarnos con el caos... ni el espectacular crecimiento en capacidad de proceso de los ordenadores, tiene nada que hacer contra tal.

Aparentemente nada nuevo de redefinir lo definido idénticamente por modos equivalentes,... o sí, pues considerar la definición matemática de la entropía como ineficiencia en un “random walk” dependientes de la aleatoriedad en las soluciones, y la interacción como “fricción”, establece otro puente entre la física del macro y del micro mundo, de la reversibilidad y la irreversibilidad. Si la entropía es la ineficiencia que sacrifica el grupo y sus agentes para negociar una dinámica, de la combinación ponderada por la tendenciosidad local de las trayectorias del flujo de energía respecto al camino óptimo, formalmente la media de la distribución estadística del lagrangiano de los estados energéticos; y el alejamiento del equilibrio es su desviación típica. En homeostasis el sistema disipativo se mantiene con forzamiento externo del hamiltoniano, estacionario, con aporte de energía por permanecer a la misma distancia del equilibrio, siendo ello morir en la media: cuando por mucho que se exploren las trayectorias del lagrangiano, o microestados, el macroestado permanece quieto. El divergente en el espacio de fases -flujo- se mantiene aproximadamente constante, que es como decir que el operador laplaciano es nulo y el jacobiano uno.

M. Otelbaev reclama el millón por resolver Navier-Stokes... alguien acabará demostrándola, pero será sólo aplicable en circunstancias aunque turbulentas, no caóticas. A través del invitado disipativo, que se coló en el desencuentro entre macro y micro mundos, aparentemente complicando la de por si ya mala relación, puede que consigamos hacer las paces. Boltzman unió causalmente micro y macromundo y la irreversibilidad -olvido de las condiciones iniciales- lo limita... y como en la limitación de la velocidad causal, en la limitación de los conmutadores cuánticos, la limitación de la reversibilidad es puente. Simultaneidad y Causalidad; Causalidad y Entropía; Entropía y Energía. Con paradigma asimetría rotacional-fricción-escala-conmutación, no solo podemos unificar idealizaciones y principios para buscar la Teoría del Todo, sino que la explicación de la vida nos viene incluida como corolario de la localidad: simplificación al espacio plano de geometrías más “reales”. Las simulaciones ideales son de validez limitada en espacio-tiempo-escala y siempre quedan restos locales entre el modelo y la realidad, que no es eficiente -gradiente no nulo-, Entropía; no es estable -divergente no nulo-, Equilibrio; ni es lineal -rotacional no nulo-, Turbulencia.

Una película con todos los fotogramas ordenados tiene sentido, pero la narración deviene absurda conforme su entropía aumenta. ¿Somos acaso consecuencia del mayor de los absurdos? La propuesta aquí es la reformulación de las Leyes Fundamentales de la Termodinámica, para mejor hablar con otros paradigmas: Causalidad, Conservación, Continuidad y puede que más. Si la condición matemática para el libre albedrío es la imperfección y el olvido de las condiciones iniciales que un dios inventara, somos el desecho de su fracaso ¿Somos olvidadas heces y la libertad nuestro hedor? La realidad no atiende a razones y sumar voluntades no nos hace mejores.

## MUERTE

Compensando las alegorías de Dante o Gracián, Moro rescató a la Atlántida en la isla de su Utopía, reflejando o creando lo que ha degenerado en una versión moderna “hippy” y “happy” o Principio Cumbayá: el objetivo de la vida es la felicidad; el objetivo de la Evolución, la perfección; y ambas se alcanzan en el equilibrio, siendo la estabilidad y la igualdad la meta humana... Tantos siglos de civilización occidental para llegar al paradigma oriental de los ciclos, la igualdad, la parsimonia y la armonía, que es enfrentarse con fatalidad a la Vida, aspirando encontrar la no-existencia y morir. Es el desequilibrio entre la justicia, solidaridad, sostenibilidad, envidia, explotación, traición, sensatez, ignorancia, crueldad, abuso,... virtudes, pecados y vicios, han determinado las fluctuaciones adicionales -endógenas- sobre las ambientales -exógenas-, y permitido la sucesión de procesos emergentes que hasta aquí nos han traído. Civilización, un sistema vital no-aislado más de los metaorganismos que se han ido ensayando, -líquenes, corales, termiteros, panales,...- en mayor jerarquía evolutiva a la bioquímica del carbono. El desequilibrio aporta resistividad, y ésta a través de la trascendencia del modelo en el tiempo, valor y beneficio: sistema de Suma-no-0.

Para una simplificación lineal -linealización- de una dinámica no-lineal que permita la intelegibilidad por la causalidad o la estadística, no solo hay que seleccionar las variables relevantes, sino que además hay que aislarlas y que olviden las relaciones que pudieran haber tenido con las demás -crezca la varianza-. Mientras se mantengan aisladas, podrá encontrarse alguna función o aproximación numérica que las describa y prescriba. Tratadas como “in put” en Juegos de Suma-0, la competencia optimizará eficientemente el estado de mínima energía y máxima entropía. Sin embargo, si por asociación de ideas, milagro, tratamiento, o lo que sea, se comienza a recordar -se rediseña la distribución y valores que la resumen como la media, comienzan a significar algo-; o si se rompe el aislamiento del sistema con su entorno; el Juego deja de ser de Suma-0, y la colaboración podrá proponer configuraciones más oportunas que las constructuales a las que llega la competencia: la colaboración.

La teoría evolucionará: “Una nueva idea llega de repente y de forma intuitiva. No se llega a ella a través de conclusiones lógicas conscientes, pero pensando en ella después, siempre puedes descubrir las ideas que te han llevado inconscientemente a tu intuición, y encontrarás una manera lógica de justificarla. La intuición no es más que el resultado de la experiencia intelectual previa” (A. Einstein). Desde el Eureka hasta la panadería de Prigogine o la herradura de Smale, el proceso que rondaba cual alma en pena por la ciencia, lo describió la matemática de la complejidad en la emergencia o bifurcación amplificada y presenta propiedades irrefutables: irreversibilidad, impredecibilidad, intelegibilidad, autosimilaridad, recurrencia,... El “roto” es inmenso y pone en duda el principio fundamental del método científico: una hipótesis asciende a teoría, si puede predecir eventos concretos en situaciones concretas. ¿Qué hacemos ahora que nos hemos dado de bruces contra la propia predecibilidad? ¿Cómo verificar la validez de una hipótesis en un sistema no aislado con tendencia a la inestabilidad? Solo podemos predecir genéricamente en sistemas aislados y equilibrados en espacio, tiempo y escala -”rara avis”-, o localmente en sistemas linealizados que simulan estar aislados y equilibrados con nivel aceptable de aproximación.

Como todo Sistema Complejo Adaptativo, la Vida es un mínimo local en el espacio, transitorio en el tiempo y descrito en escala, congelado homeostáticamente entre el orden y el desorden, entre energía y flujo, entre el óptimo y el promedio,... Todo sistema aislado es agónico pues la estabilidad infinita no existe -la serie que determina una trayectoria, no es uniformemente convergente-, con la salvedad de un sistema que presentara una innovación endógena -desde el descubrimiento de un yacimiento de petróleo, a un nuevo medicamento,...-, debería considerarse no-aislado, al ser dichas circunstancias consecuencias de causas exógenas. El sistema que acumula decisiones, acumula “congelación”, decisiones que si no se apuntan, o se borran de tanto en cuando para seguir apuntando, gana entropía, gana varianza -olvida condiciones iniciales e interrelaciones-, gana autismo, gana acedia, gana igualdad, homogeneidad y bienestar, gana azar: “ylem”. En tal tendencia, las decisiones atienden a estrategias de juegos de suma-0, que imponen la estrategia de insolidaridad y el aislamiento de sus agentes entre sí. El aislacionismo, sea en ejemplo social -

nacionalismo excluyente- o paradigmático -académica de chiringuito y endogamia universitaria-, anulará la necesidad de transacción de suma no-0 -W2W-, y precederá inevitablemente, tras proceso degenerativo, a la degradación y la invasión por otros modelos desequilibrados. No deberían existir en la realidad sistemas en equilibrio genérico, pero hay un modo de convertir en crónica la decadencia: la confusión para que la información no fluya y las decisiones del juego no puedan ser eficientes. Una sistema aislado crónicamente estable, será turbio o colapsará en su eficiencia y egoísmo. El cosmopolitismo lleva a la transparencia, a la ineficiencia y a la desigualdad, que es así necesaria para las transacciones.

En 1991 le dieron un Nobel en Economía a R. Coase, entre otras cosas, por volver a demostrar de modo que hasta los economistas lo entendieran, que en un sistema aislado, la confusión es coste; que la claridad -transparencia- consigue la eficiencia; que en una negociación entre quien provoca y quien sufre una externalidad, asignando el derecho de apropiación rotundo a uno de los dos, se obtiene el Óptimo de Pareto, -también mal llamado Equilibrio o Eficiencia de Pareto, Pareto-optimalidad, u óptimo paretiano-, situación en la que nadie puede conseguir aumento de su utilidad, sin disminuir la del otro, y en la que la actividad económica se detiene (si no hay beneficio mutuo, no hay interés transaccional) por alguna de las dos partes. La energía necesaria para vencer la resistencia es superior a la expectativa de beneficio. Demostró para los sistemas económicos, lo que ya habían demostrado filósofos y matemáticos, físicos y químicos,... todos menos los economistas y la política cumbayá: la convergencia al estado de máxima entropía. La eficiencia y la armonía se oponen matemáticamente al progreso; o la eficiencia hunde la economía. Como podría interpretar un hinduista, describió matemáticamente como se conseguía la eficiencia económica para salirse de la rueda de la economía, del sufrimiento de la escasez, para llegar a lo que en Teoría de Juegos se denomina maximin o minimax, situaciones en las que ningún jugador tiene incentivo alguno para cambiar su posición, ni jugar más. Desde el punto de vista de los sistemas complejos adaptativos, el óptimo paretiano es el equilibrio y representa la Muerte.

Una estructura es disipativa si hay tal desequilibrio en la distribución de productos y servicios, de preguntas y respuestas, de materiales y energía, de dinero y riesgo, de entropía y autonomía, de espacio y tiempo; que se está próximo a un cambio de fase. En el equilibrio no hay necesidad y escasez relativas ni motivo para una transacción en la que dos ganen, y solo se desestabiliza si gana uno, bien por abuso, bien por abandono del otro. No hay sensibilidad a las condiciones de contorno, y si algo cambia, la probabilidad de serendipia es mínima, lo que hace al sistema de mínima adaptabilidad o máxima fragilidad. Llegar al equilibrio paretiano es conseguir una situación tan estable como frágil, pues otros agentes no optimizados estarán dispuestos a invertir en el conflicto lo que no consigan por el comercio, al necesitarse dos partes con voluntad de realizar la transacción. La economía es el arte, que no ciencia, del sonambulismo en la escasez que se genera en algún segmento, estrato o grupo de necesidades; y si se logra la eficiencia en llegar al equilibrio, se distribuye la escasez en los deseos del mejor de los modos posibles, degradando el interés de dos partes en la relación económica,... y sin comercio no hay sociedad, sino manada. El Equilibrio Cumbayá, -o Fase Congelada en modelos booleanos- es el mínimo estable -de derivada nula y segunda derivada negativa- previo a la invasión de una tribu estresada e histérica -por haber llegado más tarde, encuentra el territorio ocupado por otra moral-, a los recursos de otra que se ha acomodado o hundido.

Eligiendo las unidades adecuadas, estabilidad = fragilidad. En el Juego de las Sillas, cada vez que suena la música deben levantarse todos a correr, sabiendo que habrá una silla menos. ¿Qué consigue el que por la comodidad de permanecer sentado, no se levanta a jugar? Dejar de bailar en un acto de compromiso social que sucede porqué la pareja no atrae nada -ante lo que inventamos cualquier excusa-, o porqué resulta tan repulsiva que no importa el descrédito de parecer maleducado. Lo podríamos llamar equilibrio del potencial conflicto, pues de llegar a la estabilidad por causa económica, se produce inestabilidad por causa social. En estabilidad ninguna transacción dispone el sistema a un nivel de energía menor, se “congela”, y la fragilidad tarde o temprano se transforma en violencia que desestabiliza de nuevo el Sistema, disponiéndolo de nuevo en la inestabilidad crónica



entre no merecer la pena la transacción económica y una situación de necesidad superior al valor de la propia dignidad, entre la invasión y la insurgencia, entre la estafa y la rebeldía.

Tan frágil es la decadencia de no tener nada que ganar, como inestable la divergencia de no tener nada que perder, el conflicto por agotamiento de la necesidad o por agotamiento de los recursos: resistencia al cambio que acumula energía potencial para la evolución por dislocación. Resistir y morir. Con coste de histéresis, de oportunidad, las proteínas mutadas son eliminadas por la natural renovación de las mismas y son sustituidas por otras que no contienen errores, con lo cual su funcionalidad biológica está asegurada. Si la tasa de moléculas alteradas que están implicadas en la síntesis de otras, introducen en las rutas del metabolismo celular moléculas modificadas, se va amplificando la acumulación de errores hasta un estado incompatible con el mantenimiento de la vida funcional normal. Para variar, esto se ha analizado en formato laboratorio virtual, o modelos matemáticos numéricos, (W. Wimsatt con sus amplificadores y agregados), capaces de confirmar cualquier hipótesis que quien paga quiera demostrar, salvo que por casualidad o intención se usen sin invocar el Sesgo de Casandra, (la profecía condiciona su ocurrencia).

El cambio es inestable, plástico y resiliente, activa al sistema, se adapta y aguanta sus errores. La decadencia de la oferta acaba en muerte por congelación, que reduce la resistencia y precede a la invasión; y los excesos de demanda, en colapso -"bifurcación imperfecta" o "error catástrofe"-, o revolución: emergencia. Los clásicos se referían a "la guerra y otros negocios", o en la versión de "Ventanas Rotas" de Giuliani, el buen mantenimiento del entorno reduce el vandalismo y viceversa. Como si estuviéramos siendo juzgados en Disneylandia, o en la fase intelectual del proceso de selección de Miss Universo, sesgamos por juicio la Historia como la violencia ante la injusticia, siendo eso y también lo contrario, pues el comercio deja de fluir en el desencuentro comercial entre la abundancia de unos y la escasez tal que la propia dignidad deja de tener valor.

Los maxi-min -decadencia y revolución- son pozas donde se acumula la violencia, hasta que rebosan. El conflicto llegará inevitablemente por el equilibrio -justicia, solidaridad, sostenibilidad, paz,...- o por el desequilibrio extremos -abuso, explotación, agresividad,...-. Comercio y Vida, son consecuencia mantener estable el desequilibrio entre la conflictividad por desidia o abuso, y causa para la reducción de la violencia. Todo "upgrade" de comercio a conflicto será siempre por superioridad moral, por causa justa, de afrenta de un dios al respeto de otro dios; por el miedo de una casta ante otra; o por establecimiento de marcos legales o conductuales de privilegio de unos clanes -grupos de afinidad y lealtad- sobre otros.

El asno de Buridan se queda parado ante la duda y muere de hambre, en un cruce en el que a la misma distancia por cualquier camino, hay idéntica cantidad de paja. La paradoja es que el equilibrio paretiano y el error-resonante o error-catástrofe, limitan las curvas de desarrollos, estresantes y crueles, para llevar al sistema dando tumbos por valores intermedios entre máximo rendimiento y mínimo gasto, para permanecer en la inestabilidad de no conseguir ni uno ni otro. Tiende a la decadencia y se invade por abandono del espacio -fortificación- o del tiempo -trascendencia-, como tiende al colapso de la discriminación exagerada, la agonía del agotamiento de los recursos,... hasta que desborda y estalla la revolución. Ante cualquier modificación en el entorno o de la estabilidad de otros agentes, el fuerte se come al débil, o uno ataca y el otro huye, o se colabora y se compite, pero no se hacen tratos para que amo y esclavo se beneficien individual y mutuamente si no hay desequilibrio con histéresis que compense solucionar. Uno tiene hambre, y el otro, encaramado e inaccesible, es su comida; si alguno se va, muere, y si no tal vez mueran los dos.

Para que la colaboración sea mejor opción en el juego, el óptimo económico es aquel de derivada nula y segunda derivada positiva, inestable y homeostático, para lo que se necesita que el sistema incorpore novedad -endógeno- o energía -no aislado-. Discriminación, injusticia, insostenibilidad, ineficiencia, cambio, innovación, desinformación, generan necesidades, y ante la escasez, un incremento exponencial de relaciones, y llegados a una criticidad transaccional: el límite del caos, transición de fase, umbral de complejidad.

La Vida, como la Economía, como la Ciencia, es la solución interina y difusa a la inestabilidad y su

óptimo productivo representa un máximo en una colina a la que Sísifo sube, en eterno castigo, una y otra vez la piedra redonda. Un estado estacionario local que autorregula su equilibrio ante un flujo de energía dinámico. Cuanto más dinámicas sean las fluctuaciones –innovación, demografía, cambios sociales, migraciones,...-, menos necesarias serán las endógenas –insolidaridad, discriminación, injusticia, corrupción, desigualdad, incompetencia, insensatez, ignorancia,...- para que, invirtiendo energía, se mantenga la sintropía lo más próximo el mayor tiempo posible a la cumbre de la colina. La matemática invalida el “principio cumbayá”: a máxima armonía y bienestar, mínimo progreso, y viceversa. La energía tiende a su mínimo en la homogeneidad y el flujo, -su derivada en el tiempo-, también. La segunda derivada de la entropía con el tiempo es función de Lyapounov para una perturbación local.

Ganar el máximo con el mínimo coste. A la vez los sistemas maximizan la disipación de energía con el mínimo esfuerzo, lo que obliga a una solución de compromiso si la colina no es lisa: si hay fricción. Mínima acción para mínima energía sólo funciona si no hay estructura, que se genera inevitablemente con la escasez y limitación de opciones. Si no hay infinita capacidad de drenar toda la energía que se introduce en el sistema, sea cual sea, la fricción y la aleatoriedad ofertarán opciones. La energía libre crea estructura cuando se aturulla como solución a la necesidad de fluir a mayor velocidad que la que permite una organización menor. La entropía en general y la vida en local, emergen de la aleatoriedad y la escasez.

La adaptabilidad, -capacidad trascendente de evolucionar-, es la variabilidad que puede asumir un Sistema sin entrar en el hiper-ciclo no-lineal de la reacción en cadena que convierten en inviable al Sistema, sea por obtener el máximo rendimiento o el mínimo gasto. La limitación de la exclusión es menor cuanto mayores son las opciones que ofrece el medio: los nichos, dilemas,..., aleatoriedad, jerarquía, espacios y tiempos. Es costoso reformar un “derecho adquirido” o “derechos históricos”. Cuantas más oportunidades, más relaciones, y cuantas más relaciones, más nichos. La adaptabilidad se configura en el máximo de fluctuaciones del medio, y cuando se relajan, la mejora del beneficio por su “coste marginal” se reinvierte en velocidad de adaptación y holística, que como la energía que espera en los enchufes: si se genera y no se usa, no se guarda en un almacén, sino disipa y se pierde.

Una vez conseguida interinamente con la emergencia de la civilización, la mejor capacidad de adaptarse a la variabilidad -diversidad- de la incongruencia, la injusticia, la insostenibilidad, la insolidaridad, la ignorancia,... al tender a mayores cotas de equidad, hermandad, conocimiento,... la adaptabilidad se aprovechará en velocidad y fragilidad, y si no, caso de disiparse, hacia la decadencia e invasión; o de abusar, el colapso y agotamiento de sus recursos. El exceso de adaptabilidad se configurará en improbables versiones mejoradas o emergentes de adanes o lucas, “bangs” y eslabones, que cooetiran por la escasez de espacio, tiempo, orden, energía y materia, para disipar o trascender -resistir la flecha del tiempo-,... o se disolverá en el consumo alocado a cambio de temperatura, de entropía.

La Evolución -cuantificable por su improbabilidad- prefiere la Diversidad y la Exclusión, a la Eficiencia. Las liebres se benefician de los lobos y los lobos de las liebres, pero la liebre que se zampa el lobo, esa en concreto, no se beneficia en nada de ningún trato con el lobo. Del óptimo, de la rotundidad, de la claridad en la atenuación de derechos, de la honestidad radical, de la trampa de la transparencia, la justicia, la sostenibilidad y la solidaridad, escapa el hombre con la verdad interesada, con la envidia, con la confusión, con la ineficiencia y con el riesgo, que generan diversidad que negocia velocidades con la adaptabilidad, más allá de las circunstancias de los cambios en el entorno, del hambre de los más fuertes. Los cambios climáticos y políticos son modos de intervenir la inestabilidad cambiando la atenuación, equidad y confusión de los derechos de las partes, beneficiando y discriminando a unos ante otros. La legislación honesta y estable es poco ecológica, por lo que con convencimiento e intensidad justificamos con la razón la asignación de privilegios de exclusión por tribu, clase o clan, -credo, sangre y confianza; representados por lengua, moda, y música-, relaciones religiosas efecto- causa, -trucos de magia que invierten lo mejor de nosotros en obtener lo peor-, siempre a punto de romper la baraja y como un chaval en el

columpio, con movimiento en las piernas, amplifican por recurrencia, dando impulso al cuerpo hacia nuevos niveles de auto-organización.

Conforme la economía modera homeostáticamente las relaciones de reequilibrio entre los hombres - mercados maduros-, la violencia disminuye y la competencia aumenta, los menores beneficios unitarios llevan a mayores volúmenes y concentraciones; y por el contrario al radicalizarse hasta hacerse inviable, sea por impedirse ideológicamente, o por imposibilitarse por falta de recursos naturales, técnicos, humanos, jurídicos,... la violencia y la falta de libertades, de bienestar, o de felicidad, se incrementa, mientras que la colaboración aumenta. Las sociedades recolectoras podían llegar a tasas de mortalidad por conflictos en adultos de hasta el 60% de los varones, lo que según Pinker, -para demostrar que según avanzamos en la historia, la violencia se reduce-, resulta en proporción 20 veces más que todos los muertos de todas las guerras del s.XX, incluidos sus genocidios. Si consideramos las leyes del incremento de la entropía, la emergencia, la eficiencia, la exclusión y la Selección Natural, el coste de sustituir la violencia por el acuerdo, resiste y compensa la fragilidad, en márgenes dinámicos y moderados de asimetría, insolvencia, insensatez, insolidaridad, insostenibilidad e indeterminación.

Los antropólogos han propuesto la teoría de que las emergencias de los homo habilis, erectus, heidelbergensis, sapiens, coinciden con épocas de grandes variaciones climáticas en el Gran Rift, provocadas por los movimientos de nutación y precesión del eje terráqueo. En los más largos periodos de relativa estabilidad al relajarse, la tensión evolutiva se transformó en resistividad, crecimiento demográfico y migraciones. Ciclos productivos bien descritos en cualquier manual de economía. Las tribus que gozan de recursos regulares y calidad de vida, no se vieron sometidas a presiones excesivas y vivían felices y moderados -recordemos a los polinesios-. Los matriarcados neolíticos agrícolas, siempre invadidos, vivían mejor que los belicosos patriarcados ganaderos, más desprotegidos ante los caprichos de la naturaleza, siempre invasores. Vivir al límite expande las civilizaciones en continuos ciclos de prueba-error y la acomodación de quien ya ha encontrado la fórmula, precede al desastre. Las tribus más tensionadas por presiones de los vecinos, demografía, desastres naturales,... pero también históricamente sometidos a injusticias y abusos, acumularon adaptabilidad.

Ecología y Economía se definen ambas como gestoras de la escasez y convergen en sus conceptos, aunque diverjan en su terminología. La vida es el desarrollo de procesos cíclicos de oferta y demanda. Al civilizarse -estabilizarse- un sistema vital colonizador de otro sistema de menor energía, su adaptabilidad acumulada se redirige a la progresión de la sociedad que organizan o que en su desesperación han conquistado. Los romanos con los griegos, los bárbaros con los romanos, los micénicos con los minoicos, los dorios con los aqueos, los mongoles con los chinos, construyen sus novedades sobre los cimientos decadentes pero estables de los invadidos. Esa mayor organización lleva a mejoras en la moderación y felicidad, la estabilidad aumenta la fragilidad - riesgo ante los cambios- y la Historia evoluciona... de modo indeterminado e impronosticable, pero inteligible y no accidental. Si el conflicto no se resuelve y la partida queda en tablas, la tensión se incrementa en los estables pero frágiles, contra los inestables pero resistivos, aumentando la diversidad de todos, con ello la adaptabilidad de todos,... y surgen otros saltos evolutivos o se desperdicia hasta nueva oportunidad. Los griegos clásicos en sus ciudades estado, los chinos clásicos en sus reinos combatientes, las familias italianas en sus ciudades renacentistas,...

La propiedad particular -privada o colectiva- no puede ser rotunda, pues adjunta atenuación -coste de exclusión-, de un derecho individual o soberano, e introduce un desequilibrio virtual en un entorno real, -reparto distinto entre seres iguales-, por haber llegado antes. Orgullo de haber elegido la cuna y fruto de la justificación de Superioridad Moral: de la ineficiencia y la atenuación asimétrica, de compensar ventajas, de resistir, o de la envidia, que es voluntad y reivindicación de discriminación -positiva o negativa son perspectivas argumentativas-. La Vida orgánica, privada, económica, ideológica o social, es así mecanismo de reequilibrio de discriminación positiva de oportunidad, utilidad, propiedad o soberanía, que para no morir por decadencia requiere de nuevas virtualidades -nuevas teorías de la mente, nuevas hipótesis, nuevas mentiras, nuevas memeces,

nuevas ideas o nuevas interpretaciones del mundo-, que justifiquen viejos privilegios, y será siempre ineficiente, insolidaria, inestable y disipativa.

En la definición que estamos acumulando, un sistema vital debe ser autónomo del entorno, pero relacionado, y con esto, esa autonomía o propiedad de su información, no puede ser rotunda. La transparencia diluye y el secreto pudre. Toda membrana impermeable, toda sociedad intransigente, toda fortuna patrimonial enterrada con el faraón o del ciudadano Kane, es decadente y está, a efectos trascendentes, muerta en vida, pendiente de un oportunista o un ladrón de tumbas. Por Teoría de Juegos la competencia se impone a la colaboración siempre que haya limitación del movimiento de los jugadores entre partidas o se restrinja la información. Si se permite a los colaboradores elegir, los competidores en minoría acaban en el ostracismo contra una mayoría de colaboradores, que a su vez generará entre ellos competidores, y tal vez los que fueran antes minoría contradiciéndose a sí mismos, se incorporan a una nueva reconfiguración de altruistas revenidos contra conversos. Por Teoría de Grupos, si hay desequilibrio homeostático, las transacciones crecen aceleradamente tanto continua como discretamente, por escalones de emergencia. Por Teoría del Caos, las leyes de reequilibrio de un sistema son inteligibles e impredecibles (a posteriori, no a priori). Ergo, como al menos un modo de metabolizar, como al menos un modo de trascender, al menos una forma de relacionarse será siempre emergente en cada escalón: un modo de equilibrar colaboración y competencia a través de la intervención asimétrica en las reglas, en la información, o en la movilidad de jugadores... pues de otro modo la colaboración total llevaría al sistema al minimax-maximin, -invasión-, o la competencia total induciría al sistema al “error-catástrofe”, éste a la insurgencia y a una nueva emergencia. La homeostasis es así un sistema auto-organizativo de la cooperación.

No hay solución única, no hay libre mercado (de condicionarlo se encarga toda una disciplina que llamamos marketing), ni destino (aunque sí deriva “lamarkiana” y con el ser humano nuevas opciones a futuro de “diseño inteligente”), no existe una “caminata óptima” (algoritmos perfectos), ni un “imperativo categórico”, si no es adaptarse a permanecer dinámicamente fluctuando alrededor de un “atractor” o conjunto de configuraciones optimizadas para cada estrategia,... y no existirán nunca, más que como fantasmas, que se desvanecen al tocarlos. La esperanza no es que con el tiempo lleguemos a la eficiencia, la igualdad, la sabiduría, la felicidad y la sostenibilidad, sino que el crónico desequilibrio que nos define, no se rinda a la agonía del sueño o cual bola de nieve se recrezca en alud, en emergencia saltando al vacío. Como el miedo en los conejos o la fiereza en el tigre, la Crisis es nuestro estado natural y la estabilidad la decadente excepción, que pronostica la invasión.

Por el teorema de Bolzano, todo ciclo en un sistema aislado y en desarrollo próximo al equilibrio, de variables determinantes, -no entálpico-, tiende a 0 y aplican los Juegos de Suma-0. Como el devenir no puede estar optimizado si las variables no son linealmente dependientes, la degradación no será por el mejor camino, sino por el conflicto entre opciones. Ciclos “sucios” que colapsan en macroestados de alta probabilidad. Gracias a no estar aislados, las variables son determinadas y los sistemas disipativos aumentan su organización oculta, que llamamos caos, a costa de la libertad del olvido o entropía del entorno y sus opciones más oportunas no suman nulo: tampoco son constructuales, de mínima energía o máxima entropía. Ciclos “sucios” que evolucionan por ser improbables, pasando por la puerta del demonio de Maxwell, que si alguna vez levantó acta de lo sucedido, al acabársele el papel, tuvo que borrar para seguir escribiendo.

El determinismo negociaba con la religión, pero le cuesta más al indeterminismo tolerar dioses desmemoriados, pasotas y chapuceros. Los dioses son malos ingenieros y no saben de investigación operativa, o les da pereza la limpieza y prefieren delegar, a estar pendientes de todo. La calma precede a la tempestad, los excesos en la capacidad productiva a las tensiones de la demanda, la probabilidad a la estadística, la emergencia al progreso, la irreversibilidad a la reversibilidad, el caos al equilibrio, la crisis a la estabilidad. Ciclos económicos, ciclos ecológicos, ciclos climáticos, ciclos disipación-equilibrio, ciclos químicos,... ciclos de dificultad y oportunidad. Como dioses y hombres, el bien y el mal, vida y muerte existen porqué se sostienen el uno al otro. Crisis sin

cambio, es la regresión a la mediocridad en un sistema decadente que busca el equilibrio, retrasando con la devaluación la inevitable emergencia, y cada retraso es un paso que precede la siguiente invasión.

El vicio de la Economía y la Ecología en interpretar la realidad desde el prejuicio del círculo-equilibrio-armonía, desde los sistemas cerrados-limpios-perfectos, les ha llevado a ser disciplinas centradas en la autojustificación de su incapacidad de predecir. Los obtusos académicos obvian la letra pequeña de la estadística y los modelos numéricos: distribuciones no normales, varianzas y funciones mal comportadas, pues no ofrecen al mercado de sus clientes lo que éstos compran: certezas. ¿No hay nadie que pueda suspender a todos estos catedráticos y mandarles de nuevo a estudiar?

En cualquier negociación cuyo conocimiento no es homogéneo (coste de la confusión), el equilibrio tiende a la bipolaridad. En cualquier población que comercia, sean bacterias, consumidores o naciones, se tiende a la agrupación de dos alianzas de muy próxima capacidad, de tal modo que si algún integrante relevante de una de las dos cambia de alianza, puede cambiar la que predomina. El pensamiento único pretende establecerse con el argumento de ser centrado respecto a las ideas de dos alianzas (izquierdas-derechas, nacionalistas-cosmopolitas, clásico-contemporáneo, pijo-hipster,...) y su estabilidad incluye su fragilidad y decadencia. J. Nash tercia contundentemente a favor de Empédocles en su no-polémica con Buda: “el secreto del Universo es el equilibrio de los contrarios”. La homeostasis centrada, la bipolaridad, sostiene alianzas que coopiten, no un “pacto de estado”, una “tercera vía”, un “gobierno de concentración”, un “cuenco en el medio de la corriente”, que muere al firmarse. El acuerdo en la negociación lleva al sistema a la congelación, al desinterés por comerciar por no tener expectativa de beneficio creciente, al Nirvana de la ausencia de deseo de la transacción que sostiene la vida.

Si el equilibrio inestable de la moderación se establece entre dos alianzas coepetentes próximas al equilibrio, obtenemos sociedades que se pueden permitir el lujo de la tolerancia ante la disidencia, pues conviven con la alternancia a la vez que la inestabilidad que mutuamente se crean las mantiene resilientes. Pero cuanto más se radicaliza una alianza, más se debe radicalizar la opuesta para mantener ese equilibrio inestable, y la alternancia es menos elástica, por lo que la moralidad y la intolerancia de cada bando se recrudece, la innovación mejora y su resiliencia se deteriora por riesgo. El equilibrio es el mismo sea entre alianzas moderadas o alianzas radicalizadas, pero no así su adaptabilidad -“evolubility”-, ni por ello su fragilidad ante modificaciones en el entorno, mayores cuanto más extremas. En ecología clásica se ha documentado claramente que los especializados resultan más frágiles ante la variabilidad del entorno que los generalistas, pues es donde surgen con mayor probabilidad soluciones distintas, nuevas líneas evolutivas. La bipolaridad radical configura la adaptabilidad en diversidad, cuyo excedente será usado en la moderación para aumentar el ritmo de evolución o se disipará.

La polaridad extrema o moderada, la radicalidad o la alternancia, la especificidad y rango, pueden plantearse en términos absolutos o en sus ejes bipolares: en civilizaciones, tribu, casta y clan (publicados por historia, dialecto, moda y música); o en manadas, territorio, disponibilidad de recursos, opciones sexuales, (aullidos, garras, cuernos); o en el conocimiento, observación, dialéctica, experimentación, (hipótesis, ideas, creencias). Estabilidad y fragilidad se manifiestan en cualquiera de los ejes en los que se proyecten. Se denomina “equilibrio mixto inestable”, y se da cuando la forma cuadrática es definida positiva, aunque alguno de sus autovalores sea negativo. Esto implica que según ciertas direcciones puede haber estabilidad unidimensional, pero según otras habrá inestabilidad. Se puede ser moderado en todos los aspectos políticos menos en el sentimiento patriótico, o ser radical en cuestiones de justicia social o de compromiso ecológico, y no serlo en otros asuntos. Para compensar la fragilidad de la radicalidad, en el desequilibrio estable del funambulista, hay llegar a una situación en la que todas las derivadas parciales segundas sean negativas –que la sociedad se radicalice menos, al menos según sus tres ejes-.

Una sociedad de pocos ricos y muchos pobres es tan estable como frágil. Relaciona a los ricos con

los ricos, a los pobres con los pobres y a los ricos con los pobres, pero las transacciones entre ricos serán pocas por ser pocos, entre pobres pocas por tener pocos recursos y necesidades, y entre ricos y pobres pocas por tener un sistema de sumisión, -precios intervenidos-, y no de libre intercambio. En igualdad de asimetría en la distribución de la escasez, la capacidad transaccional de un Sistema jerárquico es de una base mayor –capacidad de compra- elevado a un exponente menor –vendedores-, pues además de su tiempo y obediencia estos tienen poco más que ofrecer, que la de un sistema holístico.

En el otro extremo, un Sistema Social igualitario, también resulta tan estable como frágil, y por ello poco duradero. Los ciudadanos distintos disponen de iguales productos y servicios, el comercio no interesa, pues su capacidad de compra se equipara a su necesidad, tendiendo a anular lo que el marxismo entendía por sobretrabajo, y una base menor tiene un exponente mayor para resultar un volumen transaccional escaso. Aplica a todos los sistemas, sean naciones estructuradas bajo un sistema imperial draconiano, o de naciones todas equiparables y patrióticas, ante una estructura más diluida de distintas dimensiones, con distintos recursos, con distintos niveles de bienestar, riqueza, riesgo,... a los suelos arcillosos, arenosos, o con una granulometría variada,... a los tejidos empresariales de multinacionales que abusan de su predominancia o a pymes que no permiten una expansión internacional,... a las relaciones de amistad, familiares y amorosas, a las dietas, a los pigmentos de una sepia, a la moda de baño, a los conos y bastoncillos del sistema ocular,...

El Sistema Complejo Adaptativo y Vital rompe una simetría e implica la no conservación de algún equilibrio. En un Sistema social entre actores con igualdad de oportunidades, equivalentes con distintas y variadas capacidades y necesidades, cada individuo puede potencialmente transaccionar con todos los demás. Una base intermedia elevada a un exponente muchísimo mayor, genera muchas más transacciones comerciales, menor fragilidad y menor conflictividad. Cuanto más rica y amplia, pero a la vez heterogénea, resiliente y desequilibrada, más valor añadido genera y curiosamente la desigualdad tiende a una distribución normal y dinámica, se mida en renta, tasa reproductora, consumo de recursos,... o “energía de las moléculas”. En un ejemplo equivalente, si tuviéramos pocas neuronas con muchos axones, o muchas neuronas limitadas en su interconexión solo con las de su tipo, y los axones fueren limitados a su capacidad de decisión, incluso con un cerebro varias veces mayor, tendríamos la mente de un gusano y la fragilidad del vidrio. “¿Por qué gastar dinero en lo que no es pan y trabajo, en lo que no sacia?” Isaías 55,2.

La convergencia es propiedad contenida en el desarrollo de los modelos tipo Boltzmann (Maxwell, Gibbs), por el que se añaden dimensiones gaussianas, se introducen restricciones que limitan el intercambio y los sistemas convergen a estados de equilibrio estadístico caracterizados por una desigualdad “normal” en el reparto de la escasez. La radicalidad o fragilidad, gráficamente correspondiente a curvas más pronunciadas de varianzas menores, depende en dichos modelos de la cantidad e intensidad de las limitaciones. Un sistema vital radical será frágil pero ágil, de alta “evolicidad”. Situaciones más “planas” como las de la democracia, la clase media, la moderación en el sentimiento de patria, religión, casta, pandilla, la igualdad de oportunidades, la libre circulación del conocimiento y la interconectividad web, son estables con riesgo a la “akedia” (pasotismo de los bárbaros que dejaban sin enterrar a sus muertos tras la batalla), por lo que precisan de sistemas estructurales liberales, ágiles ante el cambio para sostener la garantía del comercio, la relativa paz, la relativa justicia, la relativa sostenibilidad y la relativa estabilidad del desequilibrio. Ni ricos ni pobres generan riqueza, sino valor.

Para nuevos paradigmas de gestión de la escasez, se debe superar el nivel crítico de relaciones entre los agentes de un sistema en el que la adaptabilidad es mayor que la diversidad, -el significado referido de radical-, y de sobre-revolucionar el motor, emergerán sistemas de nivel superior o se gripará. Las configuraciones más apresuradas y oportunistas, con mayor probabilidad precarias, ocuparán primero las soluciones que requiere el nuevo entorno. Entre esas colonizadoras trascenderán las que más constructualmente solucionen el dilema emergido, solo de entre las que mejor procedimiento de trascendencia dispongan (una nueva fuente de energía que no contaminara, se pudiera almacenar y fuera barata, de poco serviría si quien la inventara no la publicara, o si la

patente se guardara en una caja fuerte, o si los gobiernos la cargaran de impuestos, o si los grupos ecologistas le colgaran algún “sanbenito” maniqueo). Entre soluciones similares en capacidad de trascender, la defensa de peores configuraciones bien fortificadas ante mejores bien pertrechadas, resulta más exigente en energía para las segundas, que solo en el desequilibrio conseguirán desplazar soluciones menos eficientes. El VHS era peor que el Betamax o el V2000.

Con todo los atractores limitan la adaptabilidad o disponibilidad de configuraciones a probar, ya de por si relativamente escasos, y de ellos se seleccionan los atraídos por una configuración óptima de inestabilidad y fragilidad, -homeostasis y constructualidad- decayendo o colapsando el resto, (sabemos como transmutar el hierro en oro, pero sale más caro que el propio oro). Los modelos políticos, biológicos o empresariales, que sobreviven son los que contrapesan la tendencia por su estabilidad a la decadencia o agonía, con sus contrarios; o los que llegados a esa estabilidad son invadidos o los que llegados al precipicio, en ellos estalla la insurgencia. Por Imperativo Categórico vital, no está vivo lo que no es contradictorio y desequilibrado en su justa medida, que no es ni la óptima ni la de mínimo esfuerzo.

La Selección Natural -que emergió de las relaciones entre teorías más básicas, y que sigue teniendo que invertir más recursos en conquistar la inercia de las teorías religiosas que llegaron antes y ocuparon la pregunta, divinas y ateas-, se comporta con la misma actitud excluyente que a otras ideas acusa. La cooepetencia evoluciona como árbitro en el juego de la necesidad contra la escasez, de sistemas limitados por los atractores en las opciones, la exclusión en el espacio y en el tiempo -trascendencia-, la eficiencia en la energía, la fragilidad en inestabilidad y la auto-organización en la entropía. ¡No! Esto no es irse por las ramas. A estas alturas de la definición de Vida, deberíamos de haber asumido que si no queremos llamar Vida a los sistemas complejos adaptativos, o vitales, es por negociar con el pensamiento mágico resistente el desarrollo de los supuestos darwinistas, confundir aleatoriedad con complejidad, y desear que el Universo conspire a favor de La Tierra y del Hombre, y eso nos condiciona el análisis de las leyes y propiedades de su Emergencia.

Monsieur Jourdain, de Moliere, se sorprendió de saber que había estado hablando en prosa durante toda la vida sin saberlo. Consolidemos retórica y matemática, la definición y el juicio, la vida y el comercio, la muerte y el conflicto, la rebelión y la invasión, la emergencia y la selección natural, la colaboración y la competencia, la eficiencia y la exclusión, la economía y la ecología, la estadística y la complejidad, la entropía y la oportunidad, la simulación y la falsabilidad,... la Vida es más que un nivel emergente de un sistema -que sea basado en el carbono, o en código GATC, en células, en negocios, o en conceptos y símbolos, significados y significantes, es a estas alturas de la definición, anecdótico y débil argumento de resistencia-, que sucederá como ley “fractal” inevitablemente resonando en un entorno de escasez, atasco de flujo, diversidad y cambio -crisis-, próximo al umbral de complejidad, bifurcación, límite de caos o transición de fase, cuando la adaptabilidad supera a la variabilidad; y trascenderá como estructura disipativa -asimetría en equilibrio inestable entre oferta y demanda- sostenido por las leyes de selección natural, -cooepetencia, eficiencia, constructualidad y exclusión-.

Con tiempo suficiente la adaptabilidad del sistema, cual gas que ocupa el volumen de la caja que lo contiene, puede llegar o no a configurarse como oferta que llene la demanda del medio. En una estructura disipativa el número de relaciones entre agentes puede acomodarse o crecer, en cuyo caso la Selección Natural actúa según propuestas atractoras del sistema, hasta que tiene tantas opciones -sobrepasa el nivel de criticidad- que la misma Selección Natural tropieza consigo misma y en el traspies, o bien encuentra otro sistema de gestión, o colapsa. Por demanda de correr más para desplazarse más lejos, sobrevivirán las configuraciones más veloces, o cambiara la oferta a ir en bicicleta o a volar. Emerger no es Ley complementaria a la Selección Natural, sino consecuencia en un entorno en que la adaptabilidad adelanta a la diversidad. Un trabalenguas, no un proceso esotérico o indefinido, sino cambiar de criterio en el proceso de Selección Natural: una selección natural al cuadrado.

Un hormiguero emerge como sistema adaptativo, al seleccionarse según el éxito evolutivo del

sistema y no de sus hormigas, como una cultura emerge como sistema vital al seleccionarse según la predominancia de su dios, y no de las líneas genéticas de los guerreros que sacrifica para su éxito. El criterio ya no es la supervivencia de la línea genética de la cultura, la hormiga, la célula, el viroide o un polipéptido, sino de todas a la vez según niveles de competencia, colaboración, exclusión, eficiencia y entropía. Si un país quiere desarrollar su economía deberá conseguir más diversidad que variabilidad le exige el comercio internacional, más oferta que demanda: deberá buscar, que no huir, la Crisis. El exceso de capacidad productiva clásica, ese excedente se reinvertirá tras los excesos de cualquier crisis, en nuevos modelos económicos, siempre y cuando la política no haga tender el sistema a la decadencia pretendiendo mentir con que la estabilidad es buena y el riesgo malo. En el proceso de glaciación cada agente una función: consumidor, siervo, esclavo, asalariado, emprendedor, empresario, político,... En el proceso de calentamiento dinámico, la revolución, cada agente con más de dos funciones como media.

Desde una definición objetiva y los bucles de retroalimentación de la dinámica de sistemas (J. Forrester), se dispone de agentes suficientes como para enunciar leyes y propiedades comunes a todos los sistemas vitales, que convergen una y otra vez, en jerarquías y niveles de emergencia y en sistemas de diferente origen -bioquímico, económico, social, ideológico,...-. La auto-organización emerge con el aporte de energía libre, de la selección natural entre los sistemas multivariables y retroalimentados ordenados, pero camuflados tras una imagen caótica por compleja. Sobreviven por mecanismos de auto-gestión de la escasez del tiempo, espacio, energía, materiales y sintropía, de entre las configuraciones posibles más rápidas, trascendentes -las que por resistencia o reproducción persisten en el tiempo- y autónomas, las más sintrópicas -organizadas- y menos históricas -desmemoriadas-. Leyes que parecen cumplir con el Principio Cosmológico -invariante en el espacio- Perfecto -invariante en el tiempo- y Fuerte -invariante en escala-.

No es lo mismo construir una casa que quemarla. La histeria es la inelasticidad en la demanda: no reacciona igual ante subidas y bajadas de precio, no es una reacción que conserve la energía y sin embargo la necesitaría para recuperar las condiciones iniciales. La histéresis es el proceso divergente de ruptura de la simetría en las transacciones o reacciones reversibles que introduce una divergencia, la conservación de un efecto una vez desaparece la causa. La longitud de una barra de metal depende de la temperatura, hasta que se funde, tras ello se ha roto la fase equilibrada y reversible del sistema y al volver a las condiciones iniciales no se regresa a la situación inicial. Toda transformación física es histórica o entrópica, también la evolución y la emergencia. R. Kurzweil amplía la Ley a Moore a la velocidad de cambio de lo que G. Hawkins llama "mindsteps" (cambios radicales e irreversibles de las visiones del mundo) en su propuesta de Ley de Rendimientos Acelerados.

Sabemos que las propiedades de una mina de un lápiz, el grafeno o un diamante, dependen de la cristalización del carbono, no del átomo de carbono en si como elemento reducible. La suma de células no es una célula más grande, sino un organismo diferente; y un hombre no se divide en millones de homúnculos. Pese a ello, la política, la sociología o la economía, siguen instaladas en la consideración del Principio Lineal: la suma de intenciones de los individuos produce una intención social, o la voluntad de un pueblo se divide en la voluntad de sus ciudadanos. Incluso desde la Academia, siguen insistiendo en concienciar, mentalizar, hacer pedagogía, educar, como solución a los males sociales o económicos. Eufemismos que esconden el no haber entendido que la realidad no es ni lineal, ni reductible, ni a menudo previsible.

En el nuevo siglo las discusiones políticas serias no vienen del fundamento de las leyes de la oferta y la demanda, sino del cuestionamiento de la descripción de la realidad, de las limitaciones de cada paradigma, de la aplicabilidad de procesos y leyes, de si las definiciones son correctas o los mercados son perfectos, las partículas indistinguibles o etiquetables, la oferta y demanda libres, la movilidad de los actores, de si los agentes tienen información simétrica o su comportamiento está o no condicionado,... La cristalografía y la química han entendido sin despeinarse los patrones ocultos de la complejidad. Les está costando adaptarse más a las ciencias filatélicas -según Rutherford describía a la estructuración de conocimiento no experimental-. La economía, la climatología o la



política, se resisten con retórica ideológica tomando el conocimiento por amenaza a sus prejuicios. Por distintos caminos, diferentes disciplinas convergen en análogas conclusiones. En 1776 La Riqueza de las Naciones o en 1798 Los Límites del Crecimiento, se adelantaron a La Evolución de las Especies, de 1859; y en reciprocidad en 1809, el voluntarismo del Caballero Lamarck, a la simplificación de Marx de 1867. El Sistema Vital emergerá en la retroalimentación de la escasez. Estática y abundancia son muerte por congelación o desintegración. El medio desequilibra y la vida surge como termostato, oferta y demanda, que regula al medio. No sólo por etimología, sino por sistema de unidades, economía y ecología siempre han sido identidades vistas por juicios e intereses distintos: solo que una cuenta en monedas (y desprecia lo que no sabe medir en esa unidad); y la otra en energía, materiales, tiempo, espacio y entropía (y desprecia la unificación de unidades). El “gestalt” -modo de ver- evolutivo evoluciona. El paradigma neo-darwinista desprovisto de teleología y aleatoriedad, de armonía y equilibrio, de reduccionismo y singularidad, de simplicidad y totalitarismo, se completa con la auto-organización de sistemas complejos, constructualidad, histéresis y exclusividad.

“Philosophia ancilla theologiae”: la biología llegó antes a la definición de vida y sus académicos resisten con distintas tácticas -prestigio, desprecio, vacío, teleología, escolástica,...-, en postura que, sin darse por enterado de la vida como reequilibrio económico, dinámica del no-equilibrio, emergencia estacionaria, transcendencia de código,... El carca E. Mayr resume en citas: “La biología se fundamenta en conceptos como la Selección Natural, no en leyes”; “El indeterminismo cuántico, cambia el paradigma del determinismo clásico”; “Solo el primer paso en la selección natural, la producción de variedad, es cuestión de azar. El carácter del segundo paso, la aparición de especies, es direccional”. Si por Vida queremos entender solamente el juicio académico clásico, que por haber llegado antes a la pregunta, se considera propietario de la definición objetiva y excluye a cualquiera otra perspectiva; la alternativa será “petitio principii” contestada para que la pregunta resista cualquier respuesta que se perciba como amenaza de tomar el púlpito. El nombre Vida se queda como ejemplo de una definición que si no podemos llamar Vida, para poder progresar deberemos llamar otra cosa,... tal vez Sistema Vital. Definición ecológica, económica, histórica, social, informática, matemática, filosófica, física, química,... Vida desprovista del Pensamiento Mágico de los científicos o Principio Antrópico, la excepcionalidad y la accidentalidad, como concepto en el ecosistema de las ideas.

La retórica podrá cuestionar el paradigma, pero no es rival para seleccionar de entre los atributos deducidos de la matemática, aquellos que confirmen la hipótesis de cada ideología o teoría. Los astrofísicos que tomaron por asalto la cosmogonía de las religiones, encontraron la pregunta ocupada por respuestas de dioses creadores, y parcialmente excluidos a pesar de ser sus tesis más eficientes. El nombre de Astrología, -conocimiento de los astros y sus relaciones-, también estaba ocupado y se tuvieron que conformar con ser astrónomos -denominación y categorización de los astros-, cuando en buena razón los astrólogos serían astrónomos y los astrónomos, astrólogos. Lo mismo viene sucediendo con la ecología y la economía, y con la definición de vida y sistemas vitales. La Ecología se ha convertido en disciplina troncal de la antropología, la sociología, la lingüística, la historia, la economía, la bioquímica,... y apurando, hasta del amor, la convivencia o la filosofía,... incluso de la biología. ¿Academicismo excluyente o multidisciplinariedad?

## VIDA VIRTUAL

Hace ya casi un siglo que el estadístico R.A. Fisher y el biólogo J.B.S. Haldane, propusieron un nombre para la unidad evolutiva: “deme”; y lo aplicaron a explicar el porqué del altruismo y sacrificio. Ante el atasco de su definición biológica, por mucho experimento y estudio que se realice, el paradigma va a cambiar para dejar de dar vueltas en círculos cada vez más rápido, hasta tropezar con nosotros mismos: incorporando la matemática al mismo nivel que la observación, en el proceso hegeliano descripción-teoría-experimentación. Para los “a-lifers”, la vida virtual ya no es simulación, sino ejemplo y caso particular.

Los “a-lifers” acusan a los “b-lifers” de chauvinismo carbónico, y los “b-lifers” desprecian a los “a-lifers” por forasteros. El microscopio es al telescopio lo que las probetas de secuenciación del DNA al LCH, y las teorías centrales de la termodinámica disipativa y las teorías topológicas, de redes, juegos,... jugarán el papel para los sistemas vitales que en relatividad y cuántica tienen los tensores o el álgebra lineal. No gusta a los biólogos “b-lifers”, pero eso le da igual a la biología. En el 2000, en la Universidad de Cornell presentaron el primer nanocyborg. K.E. Drexler predice nanobots con subsistemas de locomoción, obtención de energía, identificación, almacenamiento, inteligencia, adaptabilidad, comunicación, decisión y autorreplicación... y estamos andando ese camino, que no es ciencia ficción, sino impaciencia.

Los modelos clásicos deterministas de la física -sencillos y muy precisos-, dieron paso a las álgebras, a la anamorfosis o transformaciones topológicas, a los sistemas diferenciales y a simulaciones estadísticas también reversibles, menos precisos, pero aplicables a muchos más campos del conocimiento. La incursión de la matemática en la biología es mucho más profunda que la estadística y el doble apunte ecológico (sistema contable en el que se sustituye la moneda por unidades como kilovatios, metros cuadrados,...). Los simuladores de Investigación Operativa analizan la constructualidad -flujo de rutas de mínimo esfuerzo, optimización de recursos escasos, eficiencia-; los de Teoría de Juegos, la cooptencia y el equilibrio; los Sistemas Dinámicos y las Redes -bucles de retroalimentación-, los ciclos industriales o climáticos, formación de grupos sociales; los de Teoría del Caos, la Emergencia o el orden espontáneo.

La vida diseñada nos resulta más complicada que la vida real. En laboratorio y tomando muestras de ambientes extremos llegamos a modelos más complejos que la propia realidad, así que se intentan otras estrategias. La relación entre las matemáticas y la biología se limitaba a los modelos prospectivos causa-efecto, y estadísticos-deterministas (combinaciones de distribuciones que representan distribuciones de variables), y sin haberse abandonado el enfoque, le han crecido los enanos: la economía, la semiótica o la informática. En los años 50, J. von Neumann propuso el concepto de “autómata celular”, -AC-; y J. Holland, de IBM, propuso algoritmos genéticos y los primeros simulacros evolutivos, que se consolidaban a finales de los 90 con la redefinición del concepto vida como caso particular de un sistema adaptativo y complejo -CAS-. Cambio de paradigma, que tácitamente desprecia las polémicas sobre juicios y especificidades biológicas, sin entrar al trazo bizantino de la propiedad del concepto por la biología, sino en su propio camino.

El equilibrio que se perturba a un estado de desequilibrio, tiende a relajarse en un tiempo limitado y puede que tenga apariencia “explosiva”, pero también puede que parezca “un desequilibrio estable”: así el desequilibrio es un estado temporal. Un sistema se desestabiliza con el consumo de trabajo y se relaja con la disipación de calor, pero media un tiempo característico para ambos procesos. En 1834 J.S. Russell, siguió una ola aguas arriba de un río, que no se disipaba,... desde entonces el Solitón, ha emigrado de la hidráulica al análisis de estabilidad por perturbaciones de ecuaciones diferenciales, al envío de mensajes por cable, a la descripción de agujeros negros, y a la definición de la propia Vida. El fenómeno sostiene una perturbación no-lineal al compensarse con la disipación sosteniendo un desequilibrio en el estado a la vez que un equilibrio en el tiempo: el flujo de energía que pierde, es flujo que toma del entorno.

La comprensión de la vida se integra en un objetivo más amplio, que incluye la inteligencia artificial, la semiótica, la ecología, la economía, la sociología, la nanotecnología, los autómatas, la

física de materiales, la mecánica cuántica, los sistemas dinámicos, neurología,... En una red de muchos agentes estacionariamente alejados del equilibrio, en crisis -células, neurotransmisores, especies, individuos, empresas, naciones, ideas, lenguas,...- actuando en paralelo, constantemente y reaccionando a lo que otros agentes están haciendo. Si hay un comportamiento coherente en el sistema, su control tiende a ser altamente disperso y descentralizado, y tiene un crecimiento de competición y cooperación entre los agentes mismos y es medible en tanto que la entropía sea la improbabilidad del microestado que ocupa el nicho. El resultado total del sistema proviene de un enorme número de decisiones hechas en algún momento por muchos agentes individuales en juegos de Suma-no-0... que no se soluciona sino evoluciona, pues son decisiones que mantienen al sistema más o menos alejado del equilibrio.

Desde que en el 57 se desarrollaran los programas perceptores -identificadores automáticos de patrones-, la sofisticación de la vida artificial ha avanzado exponencialmente respecto a la capacidad de memorización y proceso, en simulacros holísticos desde la selección natural, al tráfico, la política -Modelos Formalistas-Idealistas-, logísticas de distribución, oligopolios -Modelo Cournot-, comportamiento social -Modelo Axelrod-, hidrodinámica, precios,... y en los simulacros emergen propiedades autoorganizativas, equilibrios inestables y extinciones,... patrones dentro del caos, caótico concepto por el que ha corrido un tupido velo la tesis de la accidentalidad, que sigue resistiéndose queriendo confundir azar con caos.

En 1970, un equipo del Max Planck liderado por M. Eigen, propuso un "Hiper ciclo": el sistema de almacenamiento de información produce una "subrutina enzimática", que cataliza la formación de otro sistema de información en secuencia, hasta que el producto del último ayuda a la formación del primer sistema de información. En los 70, J. Conway puso de moda su juego de vida -sin jugadores-, con tres reglas muy sencillas, y emergieron patrones inesperados: "planeadores", "naves espaciales", "sumideros de residuos",... En los 80, S. Wolfram y otros desarrollaron cada vez más sofisticados juegos de vida que evolucionan sin intervención.

Mientras la biología construía murallas académicas con definiciones bioquímicas, las ciencias computacionales avanzaban indiferentes en el desarrollo de redes neuronales que en los años 80, sin intencionalidad, pues no iban a por la definición de vida, sino a analizar la evolución de los sistemas de información no-lineales, comenzaron a derrumbar esas defensas desde la Backpropagation, la Resonancia Adaptada, Hopfield, Máquinas de Boltzmann, o los Asociadores Lineales de J. Anderson. En 1990 T. Ray con el proyecto Network Tierra intentó explicar sin éxito la explosión del Cámbrico a través de la creación de vida artificial -llamada así por analogía a la inteligencia artificial-. Su evolución fue sorprendente, e incluso a partir de algoritmos pensados para parasitismo, emergieron sin haber sido programado la simbiosis, el autocontrol o el sexo. K. Tahakashi de la Universidad de Keio ha colgado E-Cell, que acumula 20 años de desarrollo de simulaciones de reacciones enzimáticas y se maneja en 3D con el mando de la Wii.

En 2008, M. Nowak y H. Ohtsuki proponen otro modelo matemático que describe la pre-vida como un alfabeto de activos monómeros que forman al azar polímeros, siendo un sistema generativo que puede producir la información, en la que originalmente se presenta una dinámica de selección y mutación, pero no emerge la replicación. Las mejores y más competentes candidatas moleculares para la vida se habrían seleccionado antes incluso de que empezaran a reproducirse y al suceder, el mejor replicador puede hacerse lo bastante preciso y rápido para dominar la población, absorbiendo todos los recursos y llevando al resto de secuencias prebióticas a la extinción, por no ser replicantes. Este es el umbral de la vida. "Finalmente, la vida destruye a la pre-vida", dice Nowak. "Se come todos los andamios que ha construido".

El uso de Internet como nicho nos está cambiando el paradigma. Technosphere, en el que los usuarios podían crear su criatura, llegó a tener 90.000 bichos. The Wilderness Downtown combina tecnologías de vida artificial, como simuladores de bandadas de pájaros, con animación en tiempo real superpuesta sobre imágenes de Google Street View. Second Life, Wiggle Planet, Grandroids,... la propia Web 2.0 nos abre nuevas perspectivas en simulacros de sistemas complejos adaptativos,

modelos en diagramas de flujos y redes, que acaban demostrando cumplir todos los requisitos de estar vivos. Juegos que atraen inversiones multimillonarias, por su potencial en predicciones de Bolsa o en traductores e “interfaces” de lenguaje natural, por cooptación de propuestas de interpretación. En el proyecto Openworm, desde el 2011, S. Larson y su equipo intentan copiar las 959 células, de las que 302 son neuronas, del C. Elegans, en un ordenador, pretendiendo crear un organismo funcional.

Si bien la Teoría de Darwin es muy consistente, a medida que en ella se profundiza se aprecian carencias: es más eficiente la sencillez que la complejidad, el mínimo esfuerzo que la innovación; no hay tiempo estocástico suficiente para la vida compleja; las condiciones del entorno son extrañamente restrictivas para que varios procesos obtengan similares resultados; quiralidad; manifestación de patrones en el caos;... De Aristóteles a Pasteur, la teoría de la generación espontánea inventó su energía oscura, su fuerza vital, -“entelequia”-; y su materia oscura - microorganismos-, para no reconocer la limitación de los modelos en armonía y deterministas. Las respuestas son convergentes y se imponen nuevas interpretaciones de observaciones bien conocidas: la evolución es proceso fractal con la excepcional propiedad de presentar las mismas leyes a todos los niveles; Mendel propuso la cuantización de la información genética, que antes se consideraba fluida y continua; la abiogénesis regresa con la auto-organización.

Si las moscas de la fruta son expuestas a mutágenos, se obtienen distintos porcentajes de malformaciones, enfermedades y muertes, pero no se han conseguido en laboratorio nuevas especies. Según se tomen los supuestos combinatorios, y asumiendo que los genes pueden estar o no afectados por otros genes, en un entorno aleatorio, cientos de miles de pares de bases ofrecen números distintos de opciones que la selección natural debiera de evaluar,... ( $2^N$  en el organismo más sencillo y operativo a día de hoy, son 10 seguido de 120 0's estados posibles), con el denominador común de que no parece que haya tiempo para que se hayan sometido tantas a la selección de la estrategia de mantenimiento del sistema de información en el espacio y en el tiempo -Selección Natural-. Se da además la aparente paradoja de que las variaciones menores del genotipo pueden provocar variaciones no-lineales del fenotipo, que al acumularse y interrelacionarse tienden a descontrolar la inestabilidad en “error-catástrofe” (término propuesto en 1963 por L. Orgel, para describir el colapso de la apoptosis).

Los simulacros de vida artificial nos indican que la vida no puede ser un sistema accidental, ni emerger del puro azar sin reglas -esa medida de la ignorancia del hombre, que decía H. Poincaré-, sin patrones recurrentes de comportamientos promedio, y los teleólogos rescatan prestos argumentos lamarkianos descartados -la necesidad tal vez no crea el órgano, pero las soluciones a la necesidad tienden a converger-, aunque desde otra perspectiva compatible con el neo-darwinismo. También parecen tender por si solos a la hipótesis autocatalítica (patrones atractores), seguida de una fase autopoyética (atractores excluyentes), dejando los replicones (excluyentes trascendentes) como los últimos de un proceso gradual y en absoluto excepcional, ni singular.

Todos los seres vivos son sistemas vitales, complejos y adaptativos; pero ¿están vivos los sistemas adaptativos? La definición de Vida es indeterminada y difusa, lo que indica que la diferencia entre lo inerte y lo vivo es igualmente indeterminada y difusa. Si fuera radical y contundente lo vivo respecto a lo que no lo está, no viviríamos en la bruma del concepto. Si la Cosmología tuvo a su Lemaître -Alfa-, la Ecología también tuvo su párroco en Theilhard de Chardin -Omega-, que también extrapolaba a beneficio de autoconfirmación. La evolución no busca nada, el hombre no es nada especial, no hay un incremento de la espiritualidad respecto al materialismo, la navaja no sirve ni para cortar, no hay un Alfa ni un Omega. La Evolución pasa de nosotros, de la Noosfera y de que seamos capaces o no de comprenderla.

Si aceptamos el Principio Cosmológico -el Universo es isotrópico y homogéneo-, los sistemas vitales son como las leyes universales: iguales en todo lugar,... ¿en todo tiempo? ¿en toda escala? En nuestro planeta y en todo el Universo hay gravedad, en nuestro planeta y en todo el Universo hay sistemas vitales. Han emergido varias veces a varios niveles y jerarquía, basados en unidades

que en circunstancias similares y turbulencia, son reductibles a la química del carbono, con leyes y propiedades que se mantienen en cada emergencia y otras que difieren en cada nivel organizativo.

Las civilizaciones, tribus, morales, empresas, sociedades, historias, teorías, religiones,... basados en última instancia en el carbono, conviven con hormigueros, panales, corales,... y niveles emergentes menores como hombres, animales y plantas. A su vez estos organismos sistémicos poseen niveles mayores en relación a organismos pluricelulares de configuraciones diversas, líquenes simbioses, parásitos permanentes,... colonias de mixobacterias. En el ser vivo que llamamos hombre, vive un kilo de microorganismos de 10.000 especies distintas (microbioma). Las eucariotas conviven niveles organizativos inferiores como las archea, las procariotas o los virus. Los organismos dependientes del oxígeno y la fotosíntesis conviven con células reductoras, metanógenos, quimiolitautótrofos, poliextremófilos, incluso con organismos estratoféricos, por encima de la capa de ozono. El Mundo DNA comparte y compite con los Acytota,... y el DNA con plásmidos de RNA autocatalítico, transposones, priones,... y distintas rutas metabólicas, procesos de difusión y estrategias de trascendencia genómica.

El criterio de la Navaja de Ockham degenera con facilidad a Principio, sesgando el análisis. La realidad es desesperantemente compleja para nuestra tendencia a simplificar, “biyectizar” -causa-efecto- y enrocarnos por exclusión ante cualquier cambio de idea. De simplificar un rostro nos resulta una caricatura grotesca o simpática. Una linealización es poner un espejo en el presente mirando hacia el pasado y dando a la extrapolación de la distribución estadística identificada -reflejo-, la credibilidad de futuro que solo es posible de modo genérico en un sistema aislado que tiende al equilibrio, o tan restringidamente -en espacio, tiempo o escala- en un sistema disipativo cuanto más tiende a la inestabilidad (“error de extrapolación” o entropía). Extrapolar es suponer cierto el autoengaño de una simetría no rota en la dimensión del tiempo rota. Que no sepamos la respuesta al por qué se ha caído el diente, no significa que la verdad sea por el oscuro-fantasma-exótico-divino ratoncito Pérez, con el contundente motivo de que no se nos ocurre otra razón o no nos gustan otros argumentos más prosaicos.

Fosilizados, remanentes o extendidos, hay abundantes vestigios de emergencias pre-bióticas diversas. Toda una nueva y reciente rama de la bioquímica, en la que con relojes moleculares -el ritmo de mutaciones a largo plazo es constante- y rutas filogenéticas, remontamos por los afluentes y torrentes del río de la vida, reconstruyen una narrativa: lo compartido proviene de un ancestro común. La mayor parte de las rutas metabólicas son compartidas desde las procariotas a los humanos, pero quedan vestigios arcaicos y adaptaciones extremófilas, que siguen oxidando metales, o azufre, o sulfuro, o amoniaco,... para obtener energía. Si algo nos ha enseñado el cambio de paradigma es que la extrapolación de un relato, si ha dialogado con su entorno, con toda seguridad guarda sorpresas en momentos discretos y se ha olvidado de como se conocieron los amantes del cuento.

Los sistemas vitales se seleccionan por oportunidad, trascendentes de entre todos los modelos, -pues si no, podrán ser todo lo excluyentes y eficientes que quieran, pero su modelo morirá decadente, con un invasor externo, no de su filia-, de los que la auto-replicación es solo una opción más. Otras opciones como la inmortalidad (asociada a la bipartición), la asimilación (lo hacen los Borg, las culturas con los conquistados, los dioses con los conversos, los priones,...), como colarse (los huevos de cuco, los virus satélites, los transposones,...). La doble capa fosfolípídica de los plasmalemas de las procariotas, similar a la de los orgánulos de las eucariotas, conviven con mureínas de peptidoglucano y microtúbulos, y su filogénesis es trazable hasta los virus con cápside proteínica.

Con agua y radiación, las configuraciones del “espacio de secuencias”, en base a largas cadenas son altamente improbables por su ineficiencia en perdurar en el tiempo: su beneficio en términos de sostener en el tiempo un flujo de energía a base de convertirla en trabajo, debe ser mayor que la relajación entrópica. Nuevas reglas químicas emergen al seleccionarse reacciones en función de la

disposición espacial de los átomos en las moléculas y de su electrostática, en sistemas bioquímicos, cristalográficos,... más complejos en gestión de la energía -con reacciones exo y endotérmicas-, los materiales -autosíntesis, descomposición y sustitución-, la organización -aumento de la sintropía a costa de aportes externos de energía-, el tiempo -aumento de la velocidad adaptativa- y el espacio -fortificación y exclusión-. Los distintos sistemas emergentes, postulantes de los nuevos mercados, cooperarán y competirán por la escasez, y tal vez la cristalización de arcillas ayudara a configurarse a los péptidos en cadenas que soportan mal la longitud, el agua -hidrólisis-, la radiación -fotólisis- y tienden a enroscarse, a pesar de los parches con fosfatos. La emergencia de nuevos modelos de negocio no implica el éxito de toda “start up”, sino de aquellos en los que la idea oportuna, tal vez no la mejor, es rentable a largo plazo, y con ello tarde o temprano, algunos hallarán un modo de completar la idea emprendedora, con la gestión empresarial de darle continuidad, por reinvertir parte o todo el beneficio a trascender.

El capital riesgo es el más rentable a cambio de ser el que más fracasos acumula. Con suficiente tiempo, los modelos adaptativos se estabilizan con la variabilidad, las respuestas encuentran sus preguntas y resisten en sus nichos, se compran unos a otros, aumentan de tamaño y los beneficios se ajustan marginales. La capacidad productiva se desplaza al volumen y se vuelve al más tranquilo crecimiento de la homogeneidad de una estructura tendente al equilibrio, que de no crecer se estanca, la bicicleta ya no pedalea, y mueren como negocio.... pero de seguir en tendencia a incrementar las transacciones hasta pasarse de rosca y bien colapsar, o bien, de nuevo, emerger a otro nivel.

Una vez pasada la barrera del inestable Be-8, los tres enlaces del nitrógeno crea estructuras espaciales planas el oxígeno lineales-dobles, otros como el boro o el aluminio son impares, por lo que el carbono, a pesar de una relativa escasez ante los anteriores, queda por eliminación como candidato más abundante para construir moléculas complejas al relacionarse con el entorno en las tres dimensiones que presenta el espacio (también usado por las estrellas como catalizador en las reacciones de fusión CNO, por el polvo estelar para construir fullerenos, o por los humanos para nuevos materiales y nanotecnología). El sistema vital bioquímico tiene por la naturaleza amplia y tolerante de los enlaces del carbono una espectacular capacidad de configuraciones distintas respecto a otros agentes.

La adaptabilidad del carbono, sobrada respecto a la variabilidad, tanto que su excedente cambia el medio en el que se desenvuelve, introduce variabilidad adicional endógena por propiedades atractoras sobre el pH, la oxidación y catalíticas. Con el crecimiento del tamaño y la complejidad espacial de las moléculas y llegando a cierto nivel de estabilidad en el desequilibrio, la adaptabilidad de las estructuras disipativas se transforma por la “selección natural sobre los procesos de selección natural”, en velocidad de adaptación -si no está ya inventado el término, ”evolicidad”-, entrando en una espiral de variabilidad del medio al que deben adaptarse soluciones oportunas de gestión de la energía, la entropía, los materiales, el tiempo y el espacio, que a su vez cambian el medio... ese resistente “warm little pond” que fue en su día oportuno y que hoy no encontramos.

Las opciones ya no son solo las reacciones químicas entre compuestos cada vez más complejos, sino sus modos tridimensionales de encaje de unas moléculas con otras, lo que abre una nueva demanda, con nuevas oportunidades empresariales, en especial en el mercado de catalizadores, muy útiles para hacer viables reacciones que de otro modo serían energéticamente desfavorables, al meterlas en procesos tendentes al equilibrio. Más adaptabilidad que a medida que se van ocupando los nichos del nuevo mercado bioquímico-tridimensional, desequilibrado por entálpico, con empresas financieramente sólidas -más allá de garajes, voluntarismos e ideas geniales-, es decir, oportunas, trascendentes y fortificadas, se van ajustando los márgenes de beneficio y limitándose la oferta -diversidad del sistema- a la demanda -variabilidad del medio-.

La predicción influye en el suceso predicho, y al revés. Los ajustes financieros condicionan la productividad y viceversa. Los mercados generan modelos sociales y las sociedades, mercados.

Cualquier variación del medio introducirá una mayor demanda y por tanto oferta o capacidad heredable de adaptación, que si sucede a una situación previa en la que ha habido incremento de adaptabilidad y se ha estabilizado, encontrará exceso de oferta. Las empresas más grandes son menos frescas y más sólidas, a menudo a pesar de sus ineficiencias, más rentables a largo plazo. Si sobrevive cualquier nuevo nivel de emergencia es por ser el mayor beneficio para mayor inversión, más eficiente que menor beneficio con menor inversión (el cerebro gasta una cuarta parte de la energía que hay que recolectar o cazar, y sin embargo compensa).

Las nuevas oportunidades de negocio necesitaban cubrir la demanda de sistemas de gestión de la entropía, la energía, la materia, el tiempo y el espacio, mayores, pues el cambio siempre es a mayor demanda. ¿La demanda de funciones y la oferta de capacidad de proceso de nuestro ordenador o la demanda de capacidad de proceso y la oferta de funciones? En algún momento, cuando la tecnología de los procesadores fue capaz de afrontar la demanda, emergió la informática personal y distribuida, el proceso paralelo y la Internet. Hoy los proconsumidores invaden el mercado con OpenSource, Wikipedia, P2P, Youtube,... en una nueva economía comunitaria emergente de coste marginal que tiende a 0. Opciones distintas de gestión de la energía a través de las reacciones tridimensionales reversibles de las moléculas orgánicas invirtieron en moléculas con morfologías mayores y enlaces más específicos, y las “tecnologías” emergentes de las bifurcaciones históricas de mayor fortificación, fueron de aislamiento de las moléculas que gestionan termoquímicamente el almacenamiento y provisión de energía -los tioésteres han sido propuestos por C. de Duve como candidatas pre-ATP-, para que el medio se estabilizara como para poder asumir mayores tamaños, a la vez que esa estabilización no degeneraba en fragilidad.

Las proteínas estaban ahí, los carbohidratos estaban ahí, las telas de fosfolípidos estaban ahí, las propiedades anfílicas de microesferas y vesículas grasas, las reacciones catalíticas con intermediarios enzimáticos estaban ahí, y su cooptencia se centró en la gestión de la difusión de lo que interesa y lo que no interesa, dentro y fuera de un recinto amurallado. Como en las tribus humanas, ya no importaba tanto la calidad de cada individuo, sino la suerte de cada individuo en haber nacido en la tribu con acceso a mejores recursos, y como en el caso de la evolución del género homo, la evolución de los mundos de información -pre-RNA-, de metabolismo -pre-oxígeno-, y de difusión -pre-membrana-, cedieron la presión evolutiva a los recintos amurallados cooptiendo con otras fortificaciones.

Muchas “start ups” de ideas geniales debieron quebrar por no tener patente o secreto, y se seleccionaron las más oportunas de entre las que mejor conseguían gestionar el confinamiento del metabolismo, las que trascendieran en el tiempo -por alguna de las estrategias mencionadas de resistencia al tiempo-: la civilización se inició con la regularidad y el excedente agrícola, y la escritura -el modo civilizado de trascender el modelo de información de cada cultura- surgió miles de años después. Del nacionalismo surgieron los proteccionismos con sus aranceles, los paraísos fiscales, laborales, ambientales, sindicales,... los mercados intervenidos y nuevas reglas, y con el tiempo, más adelante, de ello, las multinacionales y la globalización. Las tribus se juntaron en pueblos, en ciudades, en reinos, en imperios, en países, en naciones, en alianzas.

¿Por qué no hallamos en la especie humana lobos esteparios como Andrenio, Mowgli o Tarzán, vestigios de monos no sociales ni orangutanes? Salvo experimentos divergentes que nos recuerdan que todo sistema tiene su variabilidad, a la gente no le gusta vivir fuera de una tribu. Por proximidad fonética Dawkins acuñó el meme cultural como unidad equivalente al gen biológico. Y.N. Harari lo describe como sucesión de algoritmos, recetas que resumen los apriorismos de cada grupo social. Algoritmos y algoritmos de algoritmos hasta conformar una cultura. El cerebro creó a los dioses, que crearon al cerebro para poder ser creados; el software creó el hardware, el “teme” tecnológico al “meme”; y la trascendencia creó las células, que crearon sus modos de trascender (copiándose y resistiendo a envejecer), retroalimentando el proceso y auto-patentarse, para poder ser creadas. Ningún sistema metabólico dosificado por difusión selectiva de una frontera, por eficiente que sea, sobrevive por exclusión si compite con otro que incluye en su modelo una mejor durabilidad (aunque sea por asedio). No solo hay que llegar antes, ser más oportuno, no es

prioritario ser mejor, ni más eficiente, ni promiscuo, hay que mantener la posición con trincheras y muros. La estrategia proselitista le ha ido bien a los dioses, pero una vez instalados como memes en las culturas, han sobrevivido con el control de las herejías.

Las células emergieron como culturas, que se distanciaron evolutivamente cooperando entre sí y no con los sistemas prebióticos. En su escalada bélica envenenaron de oxígeno la atmósfera: oxidando hierro, metano y cualquier vestigio que no tuviera búnker antinuclear, cualquier ermitaño que no se refugiara en un grupo. Los estomatolitos son los fósiles de las cianobacterias más antiguas de las que tenemos constancia, 3,5 M.a. ya en fases sorprendentemente evolucionadas, y más si se tiene en cuenta que fijan anhídrido carbónico con fotosíntesis de dos tipos y complejidades: oxigénica y anoxigénica (de rutas clorofílicas arcaicas), probablemente posterior a rutas metabólicas redox quimioautótrofas. No es habitual pero tampoco excepcional, que se consiga desalojar el castillo en el que se refugian los dioses más antiguos: solo debe haber más razones que resistencia, más trabajo que entropía. Cooperación entre improbables microestados de información y probables macroestados de olvido (millones de espermatozoides para un óvulo). Ya nadie cree en Ra, Zeus u Odín, pero los hay que todavía creen en Yahvé, Ahura Mazda o en Brahmá.

“Shadow biosferes” superpuestas. La Vida ha emergido una y otra vez en nuestro mundo, con insistencia, de diferentes modos, con distintas propiedades. Se manifiesta como patrón de orden al disponer de suficiente materia, energía, espacio y tiempo. En el transcurso de nuestra generación hemos sido testigos de la emergencia de nuevas formas de vida como los Sistemas Digitales. La Vida no es el único fenómeno emergente huérfana de hospicio (madre tal vez muerta), ... al concepto de Vida le pasa lo mismo (tal vez abandonada). Por el proceso de exclusión-eficiencia, la más sencilla y rápida teoría emergente de un sistema complejo, inevitablemente tiende a ocupar la pregunta antes de validar su calidad, y por ende excluir otras hipótesis más elaboradas, si no son mucho mejores y beligerantes, siempre y cuando sepa permanecer en el fortín ocupado: nada que ver con el Principio Teleológico o Antropológico, Excepcional, Reduccionista y de Singularidad (en formato académico, que en su versión más chabacana llamamos: capricho de dioses, espíritus, extraterrestres,...). Con tiempo, el proceso de selección natural depura las prisas por tener una respuesta a toda cuanta pregunta se nos ocurra, para salir de ese espacio al que tanto pánico tenemos: la indeterminación, la Nada en las apuestas efecto-causa.

Diferentes versiones del experimento de Miller obtienen mayor variedad y cantidad de monómeros orgánicos cuanto más reductores, cuando el bombardeo masivo y vaporización del agua eleva la concentración anhídrido carbónico oxidante, que tarda hasta 400 millones de años en ser reciclado en el ciclo silicio-calcio. Tal ambiente anaeróbico resultaba poco estable y probable entonces si, como simulan algunos modelos los rayos ultravioleta realizaban la fotólisis del agua, incluso del anhídrido carbónico, el hidrógeno libre era barrido por el viento solar. Ante tamañas contradicciones, se han construido simuladores de reacciones en la alta atmósfera primigenia confirmativos, en los que el hidrógeno se anclaba (Tian, 2005). Todo muy forzado.

No quedan rastros observacionales de como se formó el sistema solar más allá de suponer que algunos asteroides y cometas son restos de aquellas eras; por lo que estamos intentando analizar otros sistemas solares. Los simuladores predicen que un periodo de unas decenas de millones de años, entre los 4,57 y 4,54 m.M.a., fue suficiente para concentrar el polvo del disco de acreción en planetesimales, aplanarlo y migrando materiales en el proceso T-Tauri, y de estos concentrar en unas docenas de protoplanetas. Discos protoplanetarios analizados por el ALMA, acortan los periodos de estructuración en anillos a entre 1 y 10 millones de años (HLTauri, Lupus Sz91 o TWHydrae). El descubrimiento de grandes exoplanetas en proximidades de sus estrellas ha evidenciado un posible Sesgo de Confirmación en los modelos, que diferenciaban entre planetas rocosos de agua líquida próximos y planetas de agua sólida lejanos, salvo que consigamos comprender supuestos procesos de migración al interior de los planetas jovianos.

Atendiendo a los simuladores por falta de alternativas, es posible que tras ello hubiera una gran entre la prototierra y Theia, -en referencia a su hija, Selene-, ambos protoplanetas del tamaño de



Marte que originó la Luna a partir de restos de sus mantos. Se elucubra con que ello sucedió entre los 4,51 y 4,47 m.M.a., y tras ello, hasta los 4,4 m.M.a. se formó la primera corteza según los cristales de circonita hallados, con océanos más salinos a temperaturas hasta de 70°, y con abundantes fenómenos hidrotermales y volcánicos. Las rocas más antiguas en Nuvvuagittuq, datan de 4,28 m.M.a. y marcan el inicio del periodo “Hádico” -o “Haédico”, en referencia a Hades-, es bastante probable un “bombardeo masivo” de asteroides del tamaño medio de Ceres, que duró hasta los 4,2 m.M.a. en una primera fase en la que se produjeron varias vaporizaciones completas de los océanos, licuefacción de la corteza, emisión de vapor de agua y anhídrido carbónico, efecto invernadero galopante y esterilización a más de 1.000°, que debería haber dejado a La Tierra como Venus. En vez de ello, y a pesar de que el bombardeo masivo siguió sin dejar levantar cabeza al golpeado planeta con vaporizaciones parciales hasta los 3,9 m.M.a., a pesar de una menor luminosidad, de un intenso efecto marea de la Luna, y contra todo pronóstico y simulación que no tercie en exceso al resultado sabido, el planeta se enfrió alrededor de una estrella un 30% menos luminosa que en la actualidad.

No nos explicamos cómo hubo tiempo para andar un camino que no encontramos y llegar donde nada se divisa. Con masas y distancias como las de la Tierra y el Sol, se necesitan unos 1.000 millones de años para sincronizar rotación y órbita. No conseguimos reproducir más que muy parcialmente el proceso biológico en laboratorio en un callejón sin salida que tras la fase optimista de creer que era un buen comienzo, ha dado paso a una fase de negación en la que no vemos cómo de ello se pasó a un sustrato-ecosistema de moléculas menos hidrolizables que sintetizables en cooperación. Intuimos como esencialmente equivocado el relato geológico de la génesis vital, semejante ambiente tórrido, reductor y violento, nos confunde aun más: las estructuras pre-bióticas estarían datadas al final de ese periodo de solapamiento entre esterilización y creación, de “Runaway Greenhouse Effect” y oxidación.

En el caso más favorable de lo que W. Schopf llamó biogenicidad, y suponiendo que las “isuasferas” y demás candidatos no fueren biomorfismos -falsos pseudomicrofósiles cristalinos-, Mojzsis en base a la comparación de isótopos  $C_{13}/C_{12}$  en Groenlandia, establece reacciones sintéticas hace 3,83 m.M.a.; y en base a isótopos de hierro oxidado con el oxígeno que segregaban en 3,7 m.M.a. (también reaccionó con el metano, provocando una drástica reducción de éste potente gas de efecto invernadero desembocando en lo que se denomina primera Superglaciación, de las que la última conocida es la del Pre-Cámbrico). La ventana de construcción desde moléculas complejas y mundos pre-bióticos, pasando por los progenotes pre-péptido-RNA y su evolución hasta el antecesor celular LUCA -ya con proteínas, DNA, ATP, autotrofia,...-, resulta un lapso de entre 70 y 370 millones de años en condiciones ciertamente “a priori” frágiles y forzadas, (algunos modelos indican que por ajustes en las órbitas de Júpiter y Neptuno, en esa era post-hadeica, coincidió con el “bombardeo tardío”, que debió aportar grandes cantidades de energía, moléculas complejas y... bifurcaciones amplificadas, extinciones masivas,... marcha). El “planning” no nos cuadra, pero cuadró.

Analizando la magnetización de silicatos, hasta los 3,45 m.M.a. el núcleo de hierro no consiguió generar un campo magnético apreciable, que desviara la radiación ionizante, y aun entonces era menos de la mitad de potente que el actual. Los primeros microfósiles confirmados datan de los 3,4 m.M.a. (M. Brassier), ya se relacionaban en colonias y fotosintetizaban con pigmentos anoxigénicos. Rasmussen ha datado microfósiles de ambiente hidrotermal en 3,2 m.M.a. Siguiendo el rastro del magnesio, en esa época comenzó la deriva tectónica y los ciclos de Ur, Kenorland, Nuna, Rodinia, Pannotia y Pangea. Por los quimiofósiles de colestano, antes de los 2,7 m.M.a. las relaciones endosimbóticas, ya habían construido eucariotas con mitocondrias, cloroplastos y espiroquetas, (Margulis). Hubo que esperar a la primera glaciación huroniana casi mil millones de años -entre los 2,45 y 2,2 m.M.a.- al GEO. La fotosíntesis era local, dependiente del sustrato y restringida a la disponibilidad de elementos escasos. En el Gran Evento Oxidativo la vida aprendió a fotosintetizar más eficiente y también tóxicamente con clorofila, envenenando el planeta de un gas explosivo: el oxígeno diatómico. Veneno para la vida pero también reaccionó con el metano y se

comió el anhídrido carbónico –aumentando drásticamente el albedo-, precipitando el hierro y oxidando entre otras a las piritas, que liberaron ácido sulfúrico y fósforo. No fue la primera era “bola de nieve”–hay hipótesis de un evento anterior en los 3,7 m.M.a.-, pero sí de la primera que se tiene constancia. El sistema químico cambió fundamentalmente.

Los protogenotes fueron la primera configuración moderada suficientemente próxima al óptimo del flujo constructual –eficiencia, la solución más abundante y fácil, o el menos malo para las circunstancias-, que encontró al borde del colapso materia, energía, espacio, tiempo y orden -se fortificó y trascendió- sin caer en la insolvencia o la turbulencia. Tal vez no necesitaban reproducirse sino copiarse unos a otros las recetas, para ofrecerlas en sus restaurantes con cartas, ambientes, decoración, trato, luces,... parecidas, pero distintas: compartían y competían por fragmentos de moléculas de información, en sistemas de mercado, que queremos interpretar como “reproducción horizontal” (TGH). Tal vez almacenaban producto en la nevera. Tal vez se separaban por no poder salir de sus locales o poros sin una membrana que les permitiera la trascendencia fuera. Tal vez utilizaban intermediarios que les facilitaban las reservas o las compras. Algunos inventaron la comida a domicilio y otros los “food truck”. El Principio de Mínima Diferenciación de H. Hotelling, propone que la tendencia en sistemas estacionarios y homeostáticos es a la homogenización de la oferta con la madurez de los mercados (menos productos más parecidos en más puntos de venta). La metáfora retórica es tanto o más válida como la alegoría matemática para proponer una hipótesis... lo que se torna al elevar el objetivo a teoría.

G.E. Woese y C. Fox anunciaron en el 77 un árbol sin raíz con tres dominios en vez de los cuatro reinos eucariotas y uno procariota o monera. No hubo un Progenote, como no hubo una LUCA (autótrofa con DNA y ATP), no hubo una LACA (archea), ni una LECA (eucariota), no hubo un gusano ediacara, o no hubo una Eva. La transferencia de información horizontal, TGH, es tanto más intensa cuanto más sencilla es la vida... o que nos lleva por extrapolación a conjeturar tiempos prebióticos sin reproducción. Los más oportunos llegaron, compitieron, evolucionaron, colaboraron, conquistaron el espacio y el tiempo ocupado por anteriores configuraciones, en los drásticos cambios... para cada nicho, para cada pregunta, para cada necesidad, de entre todas las posibilidades. Toda emergencia procede de insistir en una situación desesperada y degradada, -regresión histórica o pérdida irreversible-. Los Sistemas Vitales se las arreglan bien viviendo en el filo de la navaja: necesitan sostenerse estacionariamente en el límite del desorden, organizando el drenaje de los excesos de flujo de energía, -que es vivir- para no desmoronarse en romántica armonía. ¿Es prebiótico el mercado de la restauración? ¿Están vivos los mercados? y ¿la Bolsa?

Si nuestras hipótesis fueran correctas, no deberíamos estar enunciando éstas hipótesis. Condiciones que no pudieron ser demasiado extremas, pues un ambiente reductor con agua líquida como disolvente, limita las opciones (salvo a altas presiones o concentraciones)... pero desde éste enfoque, la variabilidad determina la adaptabilidad y viceversa, la resiliencia a la homeostasis y viceversa, la trascendencia a la exclusividad y viceversa,... La evolucionidad estuvo en los primeros y convulsos tiempos tanto más concentrada respecto a nuestros días, cuanto mayor era la relación entre ambas inestabilidades, lo cual llevaría a pronosticar que en un hipotético planeta que halláramos en el futuro, cuanto más irregular y excéntrica fuera su órbita, más caprichosa la actividad de su sol, más inclinado su eje de rotación, más activa su dinámica de placas, su clima,... -siempre sin llegar a entrar en el ciclo del colapso por error-catástrofe-, mientras tuviera agua líquida, presión atmosférica, magnetosfera y disponibilidad de energía y elementos para la síntesis, antes surgiría la vida y con mayor velocidad emergerían niveles más complejos.

En alusión al cuento de los cuencos, los “buscadores de planetas” han llamado “zona ricitos de oro” a la órbita de una estrella que tiene potencialmente agua líquida. La versatilidad del agua líquida como solvente y la estructura tridimensional de la química del carbono son características “per se”, independientes del tiempo y del espacio, al menos en nuestra Era Cosmológica. Por extensión el concepto aplica economía y a la ecología a través de la matemática multivariable, como el intervalo de las variables del entorno en que una estructura disipativa trasciende entre el estado máximo de entropía -en el equilibrio de la dejadez, inerte, la energía útil del sistema se ha disipado: óptimo

paretiano o maximin-minimax-, y el estado máximo de fragilidad ante el colapso -en el punto donde un incremento menor de la complejidad, convierte en atractor al error-catástrofe o a la revolución-.

El “intervalo ricitos de oro” en que encontraremos vida por todo lugar donde busquemos es más complejo que una órbita relativamente restringida en sus condiciones, pero es más estrecho que la temperatura de liquidez del agua (el incremento de un 10% en la temperatura podría llevar a un efecto invernadero retroalimentado y un solo un 40% a vaporizar completamente todos los océanos). Cuanto más animado esté el ambiente, más compleja y veloz en la emergencia de nuevos modelos de organización de la información. Cada nivel de jerarquía tiene su orden de magnitud de tiempo: la vida prebiótica tuvo su velocidad “química”, los protogenote, procariota, las colonias, las eucariota, los tejidos, los órganos, los organismos, los hormigueros, las culturas,... una reacción química es más rápida que la osmótica de una membrana, la acción enzimática es más rápida que la codificación de una proteína, la vida de una célula tiene otras referencias temporales que la vida de una persona, la vida de un ciudadano respecto a la vida de la civilización a la que pertenece,... nuestra red neuronal no es más que una red hormonal mucho más rápida.

Dadas las inmensas distancias en el espacio, para salir de éste planeta primero emergerá una solución a la turbulencia de nuestros excesos como especie y cambiaremos el orden de magnitud temporal. Viajarán sistemas vitales emergidos de nuestra holística a visitar sistemas similares, tal vez contruidos por extraterrestres, pero no serán ni ellos ni nosotros quienes viajemos para encontrarnos a hombrecillos verdes de nuestro nivel, sino sistemas que no sabemos como serán, aunque tal vez comencemos a intuir como culturas mixtas cultura-máquina-información. Los extraterrestres existen pero sólo viajan los Borg, o algo parecido...

La consciencia no comparte las propiedades con las redes neuronales de un cerebro de vaca; la suma de la bondad de los creyentes en el amor crea la Inquisición; las buenas intenciones no producen necesariamente buenos resultados. No son fractales como las redes hidrográficas; una pluma al microscopio está hecha de plumas; los bronquios o las venas; las ramas de un árbol;... hasta la bifurcación... hasta que emergen propiedades y atributos que no se comparten entre escalas. Pretender que una partícula entienda lo que es posición y cantidad de movimiento es pretender que un calamar hable castellano: ¿indeterminación o arrogancia? La química prebiótica, la vida, las colonias, las bacterias eucariotas, los organismos pluricelulares, los termiteros, las culturas,... son rupturas de simetría fractal y no comparten conceptos, lenguaje, ni todos sus atributos.

La vida crece y va cambiando según patrones que dispone la información genética, -y memética, y temética-, y el entorno; pero su anagénesis tiende a inevitablemente a la decrepitud, al incremento de la entropía, de la aleatoriedad,... hasta reinventarse reproduciéndose, emerger en novedad: cladogénesis. Todo sistema, en toda escala jerárquica, por todo el Universo, ha sobrevivido creciendo y se reproducirá a saltos. Algunos que no nos jugamos becas o cátedras, nos podemos permitir el lujo de la humildad y aceptar que ni matemáticas ni pronósticos son fiables más allá de tendencias de nuevas propiedades emergentes, que cambiarán todo lo previsto. No podemos pronosticar tras una bifurcación, a pesar de que el método científico exija pronóstico... lo que nos lleva a la necesidad de revisar algunos extremos del método experimental ante la emergencia de novedades. La misma evolución es una combinación ana-clado, suave-brusca, desarrollo-emergencia, continua-cuántica,...

Las emergencias tienen propiedades matemáticas que ya hemos enunciado: impredecibilidad, irreductibilidad, intelegibilidad, auto-organización, indeterminación, pero también contingencia. La emergencia repite patrones -algunos atributos son invariantes en la transposición de escalas- y tiene a su vez una “atracción” a copiarse a si misma, según criterios que solo somos capaces de identificar una vez sucedidos. Quien se atreva a predecir el futuro de Internet, no será quien explique sesudamente el porqué sucedió. La matemática del caos nos demuestra que la vida es contingente y convergente, y por ello existirá por doquier. Ni en Economía ni en Ecología pronosticamos características de la emergencia, salvo generalidades como que será más compleja, auto-organizada, que tendrá sistemas de trascendencia, metabólicos y osmóticos, que será

oportunista, más adaptable y con mayor evolicidad, más disipativa.

Si por circunstancias externas el medio se aletarga o se pasa de fluctuaciones, por estático o por dinámico, por no tener nada que ganar o no tener nada que perder, por parálisis o abuso, el sistema degenerará al óptimo paretiano (Marte al enfriarse el núcleo, tal vez sin haber concentrado suficiente hierro, remitir la tectónica, anularse la magnetosfera, y ayudado por una menor gravedad perder atmósfera), o entrará en hiperciclo de los excesos, del consumo por encima de la capacidad homeostática, de la reacción en cadena y el error-catástrofe (tal vez sucedió en Venus con excesiva actividad geológica, floja magnetosfera, incremento de la luminosidad o efecto invernadero sin termostato, al vaporizarse el agua y no poder fijar carbono con sílice y calcio); o suceda en el futuro de nuestro planeta: extinciones, explosión demográfica, colisión de un meteorito,... Ha habido más glaciaciones, de las que tenemos más constancia cuanto más recientes: la Era Criogénica pre-Cámbrica, la Andina-Sahariana, o las dos Karoo, relacionadas con grandes extinciones.

Por oposición a la Hipótesis de Gaia de J. Lovelock, según la que la vida modifica el medio para que haya más vida, P. Ward enunció la Hipótesis de Medea, por eso de matar a los hijos de otros, como los leones machos, por la que la vida modifica el medio para suicidarse, - intoxicación por oxígeno, superglaciaciones, efecto invernadero, riesgo nuclear,...-. Cual adolescente alocado, buscando chutes de adrenalina, cuanto más sobrevive al borde del abismo, más dura se hace. Las erupciones volcánicas y la actividad del hombre aumentan la cantidad de anhídrido carbónico en la atmósfera por encima de la capacidad del sistema en absorberlo, lo que lleva a la liberación del permafrost y a la deforestación, que aumenta la evaporación y acidez, que sube la temperatura, entrando en un ciclo autodestructivo y al supercalentamiento. Si éste no es suficiente como para vaporizar toda el agua líquida, la ansiedad del silicato de calcio a captar anhídrido carbónico llevaría a largo plazo de nuevo al enfriamiento, actuando de termostato a costa del pH de los océanos. Catástrofes que pueden convivir o despejarse a otro sistema, ganando capacidad de flujo con aumento de complejidad.

Todo es relativo: desajuste y desbarajuste se compensan según reglas conocidas en evolución y cuando se pasa de revoluciones, en vez de griparse, el sistema se reinventa las reglas,... pero no somos ni seremos lo suficientemente listos como para pronosticarlas. Establecerse en las proximidades del desastre es tan negativo para el juicio del conservador como garantía para la conservación, pues a pesar de la aparente inestabilidad, precisamente por la dinámica, “diversidad” y “cosmopolitismo” en las crisis se maneja mejor al personal y son máximas adaptabilidad y evolicidad, y en vez de confort occidental, error-catástrofe AlGorero o Apocalipsis cristiano, la adaptabilidad de la diversidad juega su papel rejuvenecedor.

El hombre ha creado infinidad de artefactos precisos y fiables, que en nuestra arrogancia declaramos por su calidad, cuando si se averían o si las necesidades o modas o prioridades cambian, se tiran en absurda asignación no-óptima de recursos, y por ello de escaso futuro y estrecha funcionalidad. La calidad es porquería, y de la mala: la caminata óptima es la opción reversible, y el tiempo pasa a ser una variable cualitativamente indistinguible de las demás. Al enchufar un sofisticado y caro artilugio, ya está muerto de equilibrio. La vida ha aprendido lo contrario que el hombre: para mayor duración tiene más valor la chapuza, las versiones beta y la impredecibilidad... que el diseño, la calidad, la optimización, la fiabilidad,... pues de todos modos hay atracción por la convergencia de conjuntos de estados locales similares.

Matar es morir. Vencer es perder. La partida de ajedrez llega al “mate mutuo”, situación en la que cada jugador está en disposición de poner en jaque al otro, declarándose las tablas entre ambos tan próximos a matar y a morir a la vez. La homeostasis que nos aleja de ambos extremos tiene un límite: que no haya modelo de información escondido en el caos candidato a negociar con la variabilidad del medio, lo que será menos probable cuantos más niveles de emergencia haya dado tiempo a desarrollarse. Cual mono ciego, la emergencia será convergente o divergente ante el riesgo de que no haya rama en el siguiente salto, llevando al sistema de nuevo, y en cada ocasión más rápido, a la homeostasis: al desequilibrio sostenible. Siempre sorprende que los monos no se

caigan de los árboles, pero Lucy murió de eso. “La vida es ondulante”, decía Montaigne.

La Falacia Meticiana y Romántica nos confunde y retiene el cambio de paradigma: vida en armonía es un oximoron y equivale a muerte, no hay un orden natural, ni moral, ni social, ni político, ni un equilibrio, ni una sucesión de estados ideales. Los estados ideales no son bellos, ni justos, ni solidarios, ni sostenibles, ni buenos. La chapuza, el olvido y la complejidad son la norma, la calidad, la simetría y la obediencia matemática la excepción. Un sistema es vital por disipativo, por inestable, y solo la irreversibilidad, que es olvidar, es fuente de orden. El equilibrio es provisional... una excepción. Se acabó el romanticismo New Age. Se acabó la estabilidad. Lysenko era un camelo oportuno, excusa del régimen. Se acabó el ecologismo urbanita. Se acabó la armonía Hippie y la sociología Hipster. Se acabaron las metas cumbayá. Se acabó cualquier opción a considerar el Fin de nada. Se acabó la gratuidad y marcha atrás de todo experimento, las segundas oportunidades. Estamos inmersos en un cambio radical de paradigma, en una crisis de las ideas: ni Gaia ni cualquiera sistema social o económico, ni el Universo, ni la desertización, ni la ecología, ni la fotónica, ni la historia, tratan de armonías sino de desequilibrios. No tratan de estadística sino de probabilidad, de la paradoja de transformación de energía en entropía -cantidad y calidad-, de lo que se conserva en lo que no se conserva,...

La sociología y su brazo armado, la política, incluso la democracia como normalización por el teorema central -sumando las distribuciones de cada corriente ideológica, se tiende a la normalidad, pero imponiendo la mediana de la mayoría como media, surge el conflicto entre distribuciones no-normales-; tratan del conflicto, de la crisis, de la inestabilidad, de la desigualdad, de la desinformación, de la insostenibilidad, la insolidaridad,... del engaño, de la manipulación,... de la ignorancia y la chapuza, el olvido, la limitación y la incertidumbre, y es a través de las discusiones y las guerras, de procesos degradativos e históricos, que emergen nuevos modelos y progresamos. Toda emergencia es una solución desesperada -promoción de un microestado improbable- a una situación degradada pendiente del colapso (degradación es por definición: regresión irreversible de la potencialidad, grado de olvido de las condiciones iniciales... entropía). Ante la demanda de más flujo que gestionar, la vida es tomar el camino difícil del ahorro, la organización y el trabajo, ante la opción del consumo, la entropía y la temperatura. Aceptarlo es andar el solitario camino que pocos transitan entre el Patio de Colegio y el Parlamento, entre la zona regresiva de confort y el progreso al que nos puede llevar la degradación.

Monod: “Ahora sabemos que el hombre está al margen de un Universo sordo a su música, indiferente tanto a sus esperanzas, como a sus sufrimientos y crímenes”. La fase de negación a Nietzsche, con dificultad va avanzando a la de negociación de una Nueva Alianza. Ni por ecología y por economía se puede tener el máximo de todo a la vez -confort y rentabilidad, productividad y resiliencia- y hay que negociar equilibrios locales e interinos, siempre a punto de morir, que es vivir con opción a adaptarse al contexto. Vida, evolución y emergencia son vulgares, conflictivos y convergentes en el Universo: sin salir al espacio sideral, podemos categorizarlos con muchos y diversos ejemplos. Cual vórtice local en cualquier modelo turbulento, repetido en espacio, tiempo y escala, el atractor vida que ordena su interior a costa del desorden exterior, no es concebible como microestado excepcional. “Si comparamos la vida con un fenómeno de auto-organización de la materia en evolución hacia estados cada vez más complejos, en esas circunstancias bien determinadas, que no parecen ser una excepción, la vida es predecible en el Universo y constituye un fenómeno tan natural como la caída de los cuerpos” (I. Prigogine, en la Nueva Alianza).

La encontraremos en todo sistema complejo de reducibilidad desconocida -linealizable sin conocer el margen de error-, alejado del equilibrio que por almacén de energía para el trabajo, despejen entropía a otros sistemas,... encontrarla es aceptar lo que miramos como es, no como nosotros hemos decidido que debe ser: idealizado, modelizado y encorsetado en un sistema integrable, lineal e independiente de la flecha del tiempo. El Teorema de Inclusión determina que en un sistema lineal -linealizado, que es estructurado en componentes homogéneos reducidos-, toda transformación de sus referencias se puede descomponer en una parte conmutativa y otra antisimétrica (es anamorfismo). Con reversibilidad no hay muerte; sin muerte no hay vida. Para la Mecánica

Estadística: Conservación, Causalidad y Continuidad, resultan enunciados más fundamentales que la Entropía o la imposibilidad del movimiento perpetuo.

Los grandes sabios que abrieron ventanas, también han hecho mucho daño, estableciendo respuestas que ocuparon las preguntas mal enunciadas, hasta que se replantearon. Desde el divorcio sublunar proclamado por Aristóteles -el sabio más prolífico en cagadas de la historia, y por plantear preguntas: grande- de las matemáticas y la naturaleza, a Einstein y sus dados, pasando en lo que aquí aplica: el buenismo del hombre natural de Rousseau, y la armoniosa Naturaleza que se ajusta a sí misma de Voltaire. La idealización y equilibrio han ayudado al avance de la Humanidad, al precio de la desorientación provocada. Modelos compartimentados y simplificados en pose hipócrita de fotógrafo de bodas, que externalizan y desprecian las variables ocasionales, desconocidas, difíciles, imponiendo la virtualidad lineal y la periodicidad de las zonas cómodas: campana de Gauss, mercado perfecto, gas perfecto, movimiento sin rozamiento, choque elástico, superficie sin grosor, sin impurezas, insignificante, despreciable, homogeneidad, sistema aislado, métrica euclidiana, cisne blanco,... constantes universales.

*“El Universo es asimétrico y estoy convencido de que la vida es un resultado directo de la asimetría del Universo, o de sus consecuencias indirectas.” L. Pasteur.*