

LOS SISTEMAS COMPLEJOS EN EL COSMOS: UNA VISIÓN INTERDISCIPLINAR

José Luis Domínguez Fernández
Profesor y artisculista de materias científicas

Debe ser simple para ser cierto (Albert Einstein)

En las siguientes líneas vamos a tratar de aportar una visión aglutinadora e interdisciplinar de la realidad de los sistemas complejos en el Cosmos. Para ello, llevamos a cabo un completo proceso de revisión en el modo de abordar la lectura de las estructuras internas de cada uno de los sistemas perceptibles en nuestro entorno.

De esta forma se observa cómo es factible establecer una fórmula común subyacente en todos aquellos sistemas conocidos y óptimamente ajustados con su medio (niveles nuclear -Tabla Periódica-, subatómico -*quarks*- y planetario -Sistema Solar-) y que es, a su vez, perfectamente extrapolable a las primeras estructuras de relación dual cósmica (fórmula que interrelaciona la masa con la energía) y a las posteriores aún en fase de ajuste con su entorno (fuerzas que condicionan y establecen las formas biológicas, psíquicas y sociales y que son generadoras de tensiones varias dada la "inmadurez" provisional de éstos).

Sin embargo, para apreciar este comportamiento reiterativo de los sistemas es preciso entender a éstos como estructuras duales con una estrecha interdependencia y complementariedad de sus opuestos (núcleo/electrones, Sol/Tierra, macho/hembra...) y sujetos a todo un recorrido existencial cuya tendencia final no es otro que el modelo común que aquí formulamos.

El término "bucle", en informática, resume claramente esta propuesta de lectura: *secuencia de instrucciones de un programa que puede ser ejecutada repetitivamente hasta que satisfaga un criterio o se consiga un resultado predeterminado con anterioridad.*

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos introductorios, cabe señalar que resulta complicado deshacer un recorrido intelectual forjado durante siglos y debidamente justificado en sus correspondientes cátedras. Sin embargo, cada cierto tiempo, la Humanidad recibe clamorosos varapalos y se ve obligada a rectificar muchos años de profunda convicción en una teoría.

Afortunadamente, la ciencia es conocedora de sus propias limitaciones e incluye, en su esencia misma, la posibilidad de rectificación (es lo que viene a reconocer el *falsacionismo instrumentalista* de K. Popper).

Y a este sanísimo ejercicio me remito cuando trato de razonar, de forma matemática, las explicaciones sobre la complejidad derivadas del análisis pormenorizado del comportamiento humano en su individualidad y en sociedad.

Si aceptamos que lo más lógico es que éste (el ser humano) está construido con parámetros reiterativos heredados de formas más simples dotadas de alguna complejidad, es de recibo presuponer que el modelo estatuido por el *sistema-complejo-humano* para su relación con el entorno debe ser "visible" en el resto de sistemas más primitivos y ya adecuadamente asentados.

Es científicamente coherente presuponer que el Universo y sus leyes son un referente digno de ser imitado por los elementos complejos que nazcan en su seno.

Pero quizás, para iniciar este recorrido de la particularidad humana a la generalidad de los sistemas complejos, deberemos “detectar” (como ya hiciera Sigmund Freud localmente en su teoría del psicoanálisis) algunos elementos básicos ocultos y comunes a todos los sistemas dotados de alguna complejidad y que, a buen seguro, condiciona su relación con el entorno.

Y este necesario ajuste a las nuevas necesidades interpretativas del entorno debe poder hacerse desde una sencillez que roce el ridículo... (en todo caso su dificultad estaría en querer o no verlo, pero no en su complicación técnica, como ya pasara en teorías como la heliocéntrica o de las especies, terriblemente simples en sus argumentos pero difíciles de digerir para quienes tuvieron que enfrentarse a esos bruscos bofetones intelectuales). Para ello tan sólo voy a hacer uso de unas pocas ecuaciones de primer grado y unos sonrojantes conocimientos científicos propios de un estudiante de secundaria (de los de antes, claro).

Para iniciar este recorrido teórico ascendente de lo más simple a lo más complejo haremos uso de las matemáticas como instrumento que nos permita “leer”, de forma esquemática, una realidad surgida en el momento en que nacen las fraccionalidades (no olvidemos que las matemáticas sólo pueden definir, combinar y trabajar con fracciones/partes de un todo).

Ahora bien ¿a partir de qué momento podemos hablar de elementos particulares independientes susceptibles de ser trabajados matemáticamente?

Evidentemente, cabría dotar a la primera división surgida en el *Big Bang* el honor de ser aquella que permite el nacimiento de partes desde un “todo” previo.

El estado pre-*bigbangniano* es un ideal de unidad indivisible no manejable numéricamente. Es, *per se*, una definición imposible de dar en nuestro Universo desequilibrado tras esta gran explosión inicial.

Pero lo sucedido a partir de entonces sí está sujeto a “esquemmatización” y es susceptible de ser interpretado con los elementos matemáticos creados por los humanos.

Sin saber muy bien qué provocó ese primer desequilibrio (entraríamos en otro terreno mucho más escabroso) lo que sí es cierto es que esta gran explosión inicial lanzó, únicamente, dos elementos básicos a un espacio que, al alimón, se iba creando: *energía* y *materia*. O, hablando con más propiedad, cabría decir que “el elemento previo (el Todo) se transformó en tres subelementos¹ con características propias”. Algo que Einstein ya intuyó cuando afirmó “...*en consecuencia, masa y energía son esencialmente análogas pues sólo son expresiones diferentes del mismo ente*”²

A efectos matemáticos la combinación de esta división simple mínima generadora de tres elementos es sorprendentemente sencilla:

$$E = m \cdot c^2 \quad \text{donde } E = \text{energía}$$
$$m = \text{masa}$$
$$c^2 = \text{velocidad de la luz}$$

Trasladando los elementos a un lado de la ecuación tendremos que, efectivamente, la unidad perdida tras el *Big Bang* (“el Todo” = 1) se transforma en un bellissimo *menage a trois*:

$$1 = (m \cdot c^2) / E$$

La importancia que pueda o no tener esta simple y perfecta relación causal descubierta por Einstein es que no queda sólo circunscrita a su teoría sino que aparece, de forma reiterada, en otros sistemas complejos estabilizados y creados posteriormente.

Porque, sorprendentemente, cualquier sistema complejo optimizado sigue este mismo patrón inicial: dos elementos definidos en función de lo que no es, o es su oponente (en este primer caso: *masa* vs. *energía*), y una constante que los “separa” y distingue de forma ineludible (c^2).

Uno de los elementos conforma la parte proporcional de ese sistema encargado de crear modelos de atracción (en este caso la *masa*, con su misteriosa gravedad implícita) mientras que el otro es el encargado de “soportar” esa tensión generando una adecuada resistencia que garantice su no-desaparición (*energía*).

Entre ellos queda esa constante espaciotemporal imposible de hacer desaparecer por cuanto su inexistencia en la fórmula supondría el retorno a la unidad perdida (al “Todo”), un lugar donde *masa* y *energía* se tornan iguales provocando que ambos extremos pierdan sus características definitorias.

Pero ¿es posible encontrar ese mismo modelo de equilibrio complejo en otros estadios de evolución cósmica? Y lo que es más importante ¿seguirían idénticas pautas?

Curiosamente sí. Por ejemplo, en el interior de todos los átomos estables (y, por lo tanto, susceptibles de garantizar la continuidad de la complejidad) encontramos la misma relación causal...

Si entendemos que el *núcleo* atómico (en este estudio, Mn) tiene la misma función que la *masa* de la anterior fórmula (ambas son fuerzas atractivas) y que el conjunto de electrones que soporta la atracción ($M\bar{e}$) hace “el mismo trabajo” que la *energía* en este nuevo sistema, tendremos que, para el carbono³:

$$1 = (Mn \cdot Et) / M\bar{e} \quad // \quad 5,44^{-28} \text{ kg} = 1,80^{-24} \text{ kg} \cdot Et \quad // \quad \boxed{Et = 0,0003}$$

Esta relación proporcional entre Mn y $M\bar{e}$ sólo cobra importancia para nuestro objetivo en la medida en que pueda seguir apareciendo en otros sistemas complejos.

Por ejemplo, en el Sistema Solar con respecto a la Tierra:

$$1 = (Ms \cdot Et) / Mt \quad // \quad 5,97^{26} \text{ kg} = 1,97^{32} \text{ kg} \cdot Et \quad // \quad \boxed{Et = 0,000003}$$

Nos encontramos, así, con un sugerente modelo básico de sistema complejo excesivamente uniforme en su respuesta de adaptación y cohesión interna⁴.

De lo visto hasta ahora podemos colegir una fórmula común de obligado, al parecer, cumplimiento para todos aquellos sistemas complejos que deseen estabilizarse.

Porque si llamamos Fa a *masa*, *masa núcleo* y/o *masa sol*, Fe a *energía*, *masa electrones* y/o *masa tierra*, y Et a la constante sospechosamente igual en todos los sistemas vistos hasta ahora ($10^n / 3$), tendremos que

$$\boxed{Fe = Fa \cdot (10^n / 3)}$$

Esta fórmula aparece también en la relación entre las dos partículas subatómicas “estabilizadas” (*quarks up* y *down*)...

Un protón se compone de tres *quarks* fuertemente ligados (dos *up* y un *down*) siendo la masa total de éste $1,6729 \cdot 10^{-26}$ kg.

$$1 = (M_p \cdot E_t) / M_{qd} \quad // \quad 5,59^{-26} \text{ kg} = 1,67^{-25} \text{ kg} \cdot E_t \quad // \quad \boxed{E_t = 0,3}$$

La trascendencia es evidente: cualquier sistema complejo que desee participar de esta evolución iterativa ha de someterse a ella. Ello no implica que existan sistemas que intenten adaptarse a su medio siguiendo otros modelos de proporcionalidad. Pero no se formarían “*a imagen y semejanza*” de sus antecesores más simples.

Con lo expuesto hasta ahora podemos llegar a algunas conclusiones que simplifican enormemente la visión del entramado constructor universal:

- El carbono (y sus subpartículas) respetan, en su formación concluyente interna, la fórmula incrementadora de la complejidad, lo que hace posible trasladar a formas superiores, derivadas de él mismo, el modelo teórico propuesto.
- El Sistema Solar, como conglomerado molecular, tiene una distribución Fa/Fe “predeterminado” en la fórmula base. Esto vuelve a garantizar la existencia de un lugar en el Cosmos donde es posible seguir las nuevas secuencias iterativas (bucles).
- La fórmula desentrañada por Einstein, que estructura las relaciones entre Fa, Fe y Et en el plano inicial, no es más que una situación “local” de un fenómeno que alcanza a todos los planos y que configura, como se verá más adelante, hasta el propio comportamiento humano individual y socialmente.
- Esta formulación subyacente responde a un modelo óptimo de ajuste con el entorno que permite al sistema (el que sea) favorecer la sucesión de la complejidad. La fórmula es el objetivo último y hacia donde tienden los sistemas concluyendo todo un proceso estocástico de relación medioambiental más o menos largo (temporalidad de los sistemas).
- Existe una apertura mínima inicial ($1 = 3/1 \cdot 1/3$) que establece el criterio dual de interrelación entre extremos y que condiciona todas las estructuras futuras (negativo/positivo, macho/hembra, conservador/progresista...).

Superponiendo esta nueva información a los sistemas complejos superiores podremos entender, con facilidad, el origen de sus “extraños” comportamientos...

Por ejemplo, es comprensible el comportamiento de las especies biológicas que han “optado” por crear la disociación sexual macho/hembra. Salvando respuestas adaptadas no coincidentes con la fórmula base⁵ se da la circunstancia de que únicamente las especies que la han respetado son aquellas que han podido ofrecer modelos incrementadores en la complejidad.

En los mamíferos no existe el desdoblamiento longitudinal de los cromosomas sino que el futuro sistema (cigoto) se establece gracias a la aportación, al cincuenta por ciento, de los cromosomas necesarios aportados por ambos extremos. Para garantizar que ello sea posible el propio sistema ha creado una potente fuerza de enlace (sexo) de la que no pueden sustraerse y que “obliga” a los extremos a una aparente unidad para garantizar la creación de nuevas complejidades a través del siempre placentero orgasmo.

Y no puede ser fruto del azar que en el plano complejo inmediatamente superior al biológico, el ser humano, aparezca otra estructura con idénticos parámetros de comportamiento: un tándem dual y complementario (hombre/mujer) con otra potente fuerza de enlace (en este caso el amor) y que condiciona la continuidad de la complejidad con dos principios, definidos en el psicoanálisis como “de placer” y “de realidad” asociados, inicial y respectivamente, a lo femenino y masculino⁶.

En la actualidad nos encontramos, además, con otro frente de trabajo complejo (el social) donde no es posible, siquiera, plantear la posibilidad de una cercanía al ideal de la fórmula base.

Este último plano complejo conocido se encuentra aún sujeto a fuertes aleatoriedades y tensiones internas (duras pugnas entre un capitalismo liberal que bebe del individualismo biológico *versus* modelos sociales de cooperación interesada) cuyo objetivo natural no es otro que provocar provisionales tensiones entre ambas fuerzas para ir perfilando (o no) una línea de evolución dialéctica que derive hacia formas estables que garanticen la supervivencia del sistema.

Sin embargo, se pueden atisbar las dos “tendencias” naturales: un potente Fa represor y de corte conservador, encargado de salvaguardar al *stablishment* de molestas progresías; y un Fe, limitado pero activo, con la misión natural de poner en entredicho los valores del sistema y sus normas de conducta.

Finalizamos este breve recorrido por nuestro Universo (no sabemos si existirán otros paralelos con otras leyes) reconociendo que la línea de trabajo propuesta en este estudio se encuentra, por innovadora, incompleta y sujeta a múltiples matizaciones. Sin embargo, su simplicidad global es tal (no han hecho falta más que unas cuantas nuevas definiciones y unos casi sonrojantes cálculos matemáticos) que difícilmente podríamos asociar fenómenos y corrientes científicas tan dispares proponiendo otro modelo más coherente de relación interdisciplinar del que figura en el cuadro que concluye este artículo.

No es tema baladí, como ya lo están reconociendo muchas cátedras, tratar de alcanzar la comprensión del comportamiento del individuo en su particularidad (educación, psicología...) y en sociedad (sociología, política...) a través de teorías unificadoras que los vincule al resto de sistemas complejos (ecología, física...) para así dar un salto cualitativo en la comprensión multidisciplinar del conocimiento humano.

Y para esta percepción global es interesante hacer uso de lo que se consideran ya “cualidades básicas de todo sistema” (al margen del grado de complejidad que tenga)⁷:

- *“Una individualidad e identidad que lo diferencie del universo circundante. O sea que debe poseer un límite físico, real o arbitrario, que lo diferencia del ‘no-sistema’ (resto del universo o medio circundante). Esta característica parece obvia, sin embargo es muy importante definir la identidad y los límites del sistema.*
- *Unos elementos o partes en interacción, que determinan los atributos o propiedades del sistema, que no son el resultado de la simple suma de las propiedades de las partes, sino de las interacciones entre las mismas.*
- *Las interacciones entre los elementos en el interior del sistema, o del sistema con el mundo circundante, que son intercambios en los ciclos de la materia o de los flujos de energía e información. Las interacciones entre los elementos a partir de estos intercambios evidencia las características del sistema desde una mirada estructural.”*

| <i>Sistema complejo</i> | <i>Fa</i> (<i>fuerza atractiva</i>) | <i>Fe</i> (<i>fuerza expulsora</i>) | <i>Et</i> (<i>espaciotiempo</i>) | | <i>Fuerza de enlace</i> |
|-------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Big Bang (Einstein) | Masa | Energía | Luz | | |
| Subatómico | Protón $1,67^{-25}$ | Quark d. $5,59^{-26}$ | 0,3 | $\frac{10^{-1}}{3}$ | Gluón (fuerza fuerte) |
| Atómico | Núcleo $1,80^{-24}$ | electrones $5,44^{-28}$ | 0,0003 | $\frac{10^{-4}}{3}$ | Fotón (electromagnetismo) |
| Solar | Sol $1,97^{32}$ | Tierra $5,97^{26}$ | 0,000003 | $\frac{10^{-6}}{3}$ | Gravitón (gravedad) |
| Biológico | Hembra (óvulo) | Macho (espermatozoide) | ? | | Orgasmo (sexo) |
| Psicológico | Femenino (principio de placer) | Masculino (principio de realidad) | ? | | Amor (afecto dependencia) |
| Social | Conservadurismo (patria, religiones...) | Progresismo (revisiónismo crítico) | ? | | Democracia (contrato social) |

¹ No es ningún error tipográfico. Todo elemento partido en dos genera tres: las partes escindidas y un espacio cuantificable que los separa y, a su vez, los une.

² Einstein, A. (1985). *El significado de la relatividad*. Madrid: Planeta Agostini

³ La mayoría de compuestos químicos de la Tabla Periódica de Elementos, entre los que se incluye el carbono, poseen la misma relación proporcional entre el núcleo y sus electrones (1/1836).

⁴ Es curioso observar cómo únicamente cumplen este criterio de cohesión interna los sistemas Tierra/Sol y Marte/Sol, precisamente los dos únicos planetas que se encuentran dentro de lo que los astrofísicos llaman “banda de la vida”. Estos cálculos podrían realizarse en aquellos otros sistemas planetarios descubiertos recientemente. Si constatamos que algunos de estos nuevos planetas que orbitan alrededor de estrellas como *Pegasi 51*, *Virginia 70* o *Ursae Majoris 47* cuentan con la misma proporción relativa quizás nos pondría en la pista de planetas potencialmente útiles para la continuación de la complejidad.

⁵ Estructuras de reproducción hermafroditas o asexuadas.

⁶ Sin embargo, el recorrido formativo del individuo no tiene por qué acabar respetando esa correlación inicial *hembra/femenino/“principio de placer”* y *macho/masculino/“principio de realidad”* (p.ej. homosexualidad).

⁷ Novo, María (2002). *El enfoque sistémico: su dimensión educativa*. Madrid: UNED