

**PERFECCIÓN Y SIMETRÍA DAN BELLEZA,
PERO NO HAY INTELIGENCIA SIN ERRORES,
Y SIN SIMETRÍAS ROTAS NO HUBIESE
HABIDO EVOLUCIÓN***

MANUEL GARCÍA VELARDE

*Catedrático de Física, Presidente de la Sección de Ciencias Experimentales
de la RADE y Director del Instituto Pluridisciplinar
de la Universidad Complutense*

Por la Junta de Gobierno de nuestra RADE, asignado en correspondiente turno el honor de impartir la lección inaugural del curso 2008-2009 a la Sección de Ciencias Experimentales, que por mera rotación temporalmente me honro en presidir, tras consultar a la clase, decidí aventurarme transdisciplinariamente en terreno inseguro, quizá de arenas movedizas... que espero sea disculpado por el carácter multidisciplinar de la Academia y porque intento no distinguir entre cultura humanista (literaria, artística, etc.) y científica, ya que, dicho a la ligera, la cosa es sencilla: se es o no culto.

Siendo físico teórico me animé a ilustrar con evidencias «experimentales» de arquitectura, ingeniería civil..., pintura, música, literatura..., biología, química, física..., cómo la belleza y perfección, las simetrías y sus roturas, han convivido, variado y nos han hecho evolucionar a lo largo de nuestro desarrollo como especie humana (conviene subrayar qué bello puede ser algo por su contenido o por su forma o por ambos a la vez; que algo puede ser sublime por su contenido y pésimo por su forma o viceversa).

Me parecía tarea ardua pero atractiva en estos tiempos en que —en mi inmodesta opinión— los medios de comunicación social y sobre todo la televisión (con sus «reality shows» y otros programas de cuyo nombre no quiero acordarme) quizá valoran más lo espectacular que lo profundo (mucho ruido y pocas nueces, como dice el vulgo y tituló Shakespeare), el «striptease» que el teatro, el relumbrón sobre la grandeza, al bufón y al charlatán que al pensador, lo cual supongo no sea ajeno a que en una sociedad de mentirosos alguien honesto de charlatán llegue a ser tratado.

Confiado estuve y estoy en que no se malentienda mi defensa del papel esencial de la imperfección para explicar que sin ella no habría habido ni habrá progreso en

* Discurso pronunciado en el Solemne Acto de la Apertura del curso 2009.

nuestra especie, aunque lo que añoro/envidia, valoro y me maravilla es la obra «bien hecha». Si definiendo la «imperfección» es porque la considero inevitable aun cuando se busque la obra «bien hecha» (y si me apuran perfecta, dentro de lo que cabe hacer). Más aún, sin errar no cabe aprender, al menos como conocemos la inteligencia humana y parece que así se busque hacer con los robots para que sean inteligentes. Y eso pese a las apariencias: *Deep Blue* era un computador programado que, aunque sin ser inteligente, al ajedrez derrotó al inteligente Kasparov.

Transcribir en un texto escrito coherente dicha lección ilustrada con muchas, quizá demasiadas ilustraciones, me resulta imposible, por lo que aquí sólo traigo incoherentes y drásticamente limitadas pinceladas o, más exactamente, brochazos extraídos de lo en su día dicho.

¿Qué es lo bello? ¿Qué es lo perfecto? ¿Cómo hemos evolucionado? (como especie, como cultura) ¿Qué fundamentos racionales/científicos tuvieron, tienen, los criterios o definiciones dados por artistas, literatos, músicos... y científicos? ¿Qué relaciones hubo, hay, entre música, artes, letras... y ciencias e ingenierías? ¿Cabe decir que cuanto más avancemos en el conocimiento de la dinámica neuronal (neurobiología) más «sólidamente» iremos relacionando unas labores humanas con otras? ...Pienso que sí.

Preclaros predecesores ya «preguntaron» y/o «definieron» las citadas cuestiones: Sumerios, Persas, Sirios, Chinos, Bizantinos... Sócrates, Platón, Plotino, Polykleitos... Pitágoras... Vitruvius... Agrippa... Durero... Burke, Goethe, Kant, Schiller... Gombrich... Quizá el más preclaro fue Leonardo: artista, científico, ingeniero... (precursor de Galileo). Y en nuestra clase de científicos: Newton, Maxwell, P. Curie, Einstein, Dirac, Weyl, Wigner, Lee, Yang, Onsager, Prigogine, Salam, Weinberg... Nambu, todos nobles por sus trabajos sobre simetría y rupturas de simetría, sobre belleza y evolución científica.

La intuición, algo que cuesta a veces racionalizar, suele ir por delante:

美とはあえて均衡を破ることである。
示半

True beauty is a deliberate, partial breaking of symmetry.

Zen Proverb

Cuando enunciado, no tenía el citado proverbio más fundamento que la «banalidad» del dicho de Diderot que también tiene su valor: «Chaque âge a ses goûts. Des lèvres vermeilles bien bordées, une bouche entr'ouverte et riante, de belles dents blanches, une démarche libre, le regard assuré, une gorge découverte, de belles gran-

des joues larges, un nez retroussé me faisant galoper à dix-huit ans. (...) C'est qu'à dix-huit ans, ce n'était pas l'image de la beauté, mais la physionomie du plaisir qui me faisait courir». Más pomposa y no por ello más fundamentada afirmación (leída en lugar que no recuerdo) es que la «simetría es una exigencia imperiosa no sólo del ojo sino del espíritu humano. Tiene el mismo fundamento fisiológico que el ritmo que, tanto en las artes plásticas como en la poesía y la música, lleva a las obras del genio humano los ritmos cardíaco y respiratorio. Indica además el equilibrio del cuerpo humano en torno a su eje vertical. Eso da impresión de solidez, de estabilidad que conlleva sentimiento de euforia expresando belleza, mientras que la asimetría trae la inquietud de lo inestable, de lo precario..., aunque compensada por el encanto de lo caprichoso o el atractivo de lo ácrata». Pura charlatanería de aparente «alto» nivel.

H. Weyl fue más cauto y preciso: «Symmetry is one idea by which man through the ages has tried to comprehend and create order, beauty, and perfection». «Beauty is bound up with symmetry». «Symmetry: translatory, rotational, inversion, reflection..., ornamental, crystallographic...» (N. B.: sym-metry, sun/syn-metros: con medida, armonía de proporciones).

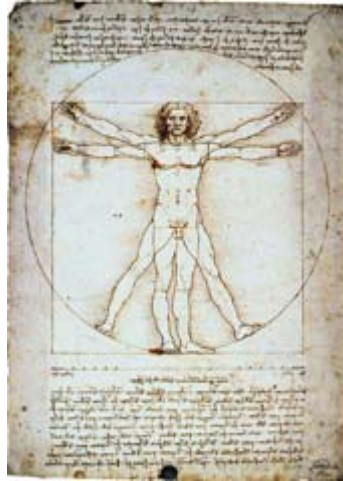
P. Curie ofreció ideas fructíferas en su época diciendo: «Je pense qu'il aurait intérêt à introduire dans l'étude des phénomènes physiques les considérations sur la symétrie familière aux cristallographes». «C'est la dissymétrie qui crée le phénomène». «Lorsque certaines causes produisent certains effets, les éléments de symétrie des causes doivent se retrouver dans les effets produits. Lorsque certains effets révèlent une certaine dissymétrie, cette dissymétrie doit se retrouver dans les causes qui lui ont donné naissance» (*J. Physique*, París, 1894). Pero tal aserto se ha encontrado inaplicable y erróneo en fenómenos estudiados por la ciencia desde el último tercio del siglo XX, en casos en que de homogéneo se pasa a inhomogéneo, por lo que el efecto aparece rompiendo la simetría de la causa.

Simetrías en Física conducen a invariancias y leyes de conservación, ocurriendo que suele salir lo que de antemano, implícitamente, se pone. Por ejemplo, de la postulada estructura del espacio-tiempo y de las formuladas leyes y teorías físicas de la naturaleza salen la conservación de la energía, del ímpetu o momento lineal, del momento angular..., de la paridad... (ha habido varios Premio Nobel de Física directamente asociados a descubrimientos sobre simetrías y rupturas de simetría, incluido el Premio Nobel —triple— de 2008).

De siempre la numerología, la numeromanía..., han conllevado mito, imaginación, fantasía, misterio, superstición, enfrentando racional vs irracional, tratando de racionalizar lo irracional, lo mágico..., buscando la perfección, la belleza, lo supremo..., introduciendo para ello el fantasioso concepto de la geometría «sagrada»..., «divina». Recuérdese la razón áurea o «divina» proporción $AC/AB = AB/BC = BC/BD = 1.61803...$ como «científica» medida de la «perfecta» proporción entre dos partes desiguales, $AC = AB + BC$ (ya expresada por Euclides, aunque erróneamente atribuida a Vitruvius). Curiosamente, en pintura, arquitectura..., se tomó como base al hombre con criterio ajeno a la razón áurea. Por ejemplo, Vitruvius buscó la perfección definiendo que:

- una palma es la anchura de cuatro dedos,
- un pie es la anchura de cuatro palmas,

- un antebrazo es la anchura de seis palmas,
 - la altura del hombre son cuatro antebrazos (24 palmas),
 - un paso es igual a cuatro antebrazos,
 - ...
 - la altura de la oreja es un tercio de la longitud de la cara,
 - el ombligo es el centro de los miembros extendidos y el espacio que comprenden las piernas es un triángulo equilátero,
 - la longitud de los brazos extendidos es igual a su altura,
- seguido por el gran Leonardo (a quien siguió Le Corbusier).



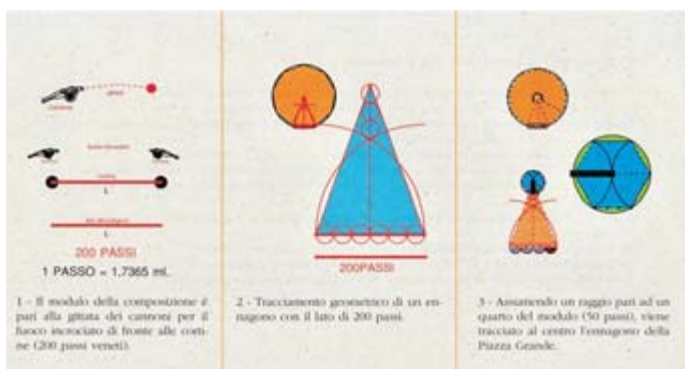
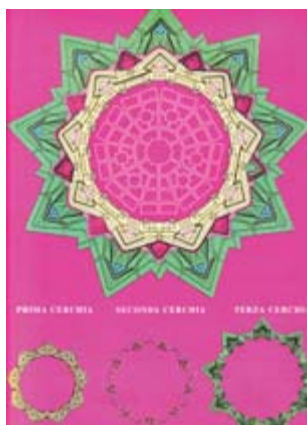
y por Cornelius Agrippa v. N. (*De occulta philosophia*, 1531),

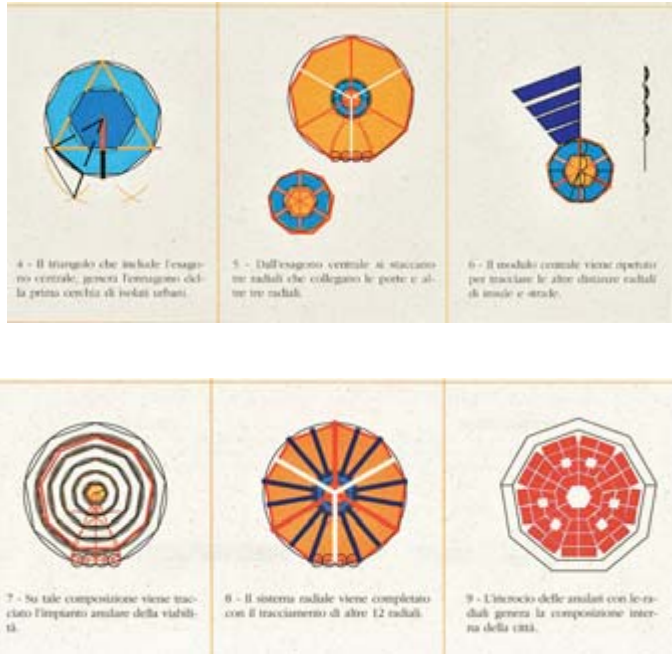


a quien siguió Paracelso.

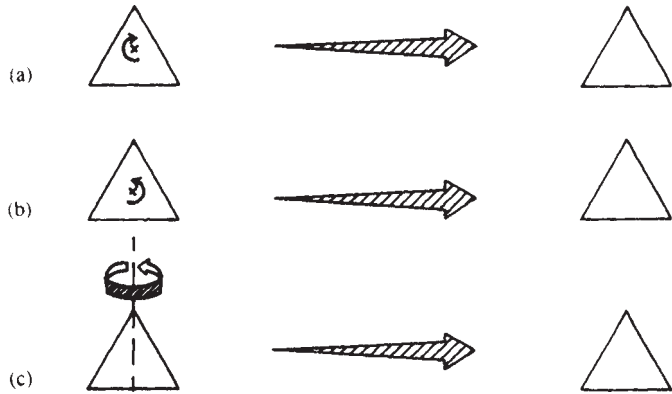
Cierto que el hombre ha estado y está en la base de muchos criterios de lo que hacemos como individuos y como especie. Por ejemplo, el Partenón es un ejemplo típico de obra bien hecha, cuya belleza no es absoluta sino relativa, según la distancia

de observación y obedeciendo dictados de (im)perfección (en cada elemento y en su conjunto) impuestos por óptica y geometría, o sea, por fisiología y ciencia humanas. Curiosa también es la experiencia de construir mentalmente algo cuya perfección como realidad, salvo en papel, quizá sólo cabe observar aéreamente (lo que no era factible en su época), tal la construcción de la ciudad de Palmanova cuyas detalladas ciencia y técnica subyacentes cabe observar en las figuras:

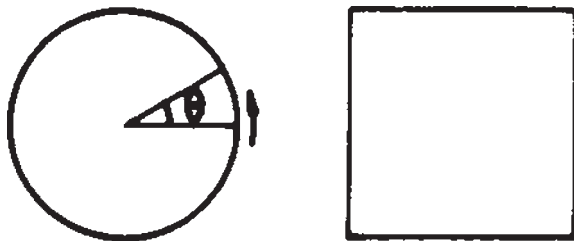




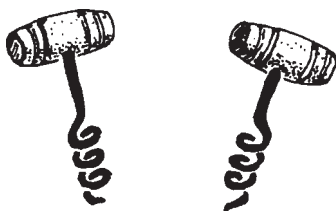
La simetría supone una invariancia como en los siguientes sencillos ejemplos de rotación:



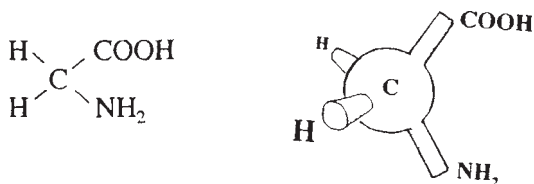
para cualquier valor del ángulo o sólo para algunos valores discretos del mismo



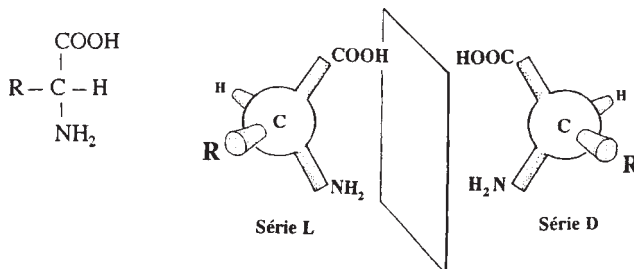
La reflexión especular permite visualizar la quiralidad



que puede observarse en la imagen que nos hacemos de una molécula como



y que vista con más detalle discrimina entre levógira y dextrógira, haciéndonos recordar que hay azúcares, aminoácidos y otras sustancias de «derechas» e «izquierdas» (enantiómeros, o sea, no superponibles con su imagen especular), no todos ellos saludables, pues según su poder rotatorio son nutrientes o venenos



Una espiral a derechas



Y otra a izquierdas



Una *Fuga* de J. S. Bach muestra claramente la invariancia por traslación, algo «repetitivo» o «redundante» que en Física conduce a la mencionada conservación del «ímpetu» o momento lineal:

Die Kunst der Fuge
Contrapunctus I

Joh. Seb. Bach (1685-1750) BWV 1080
Für Orgel abstragen von H. Wälchli

Manual

Pedal

En la poesía había y hay reglas que al definir invariancias o repeticiones, o sea, simetría, trataban de establecer reglas de «belleza», siendo rima perfecta la consonancia como en la estrofa de J. Velarde (1848-1892), aunque en ella la factura domine a la esencia:

Se asemeja el que va tras la fortuna,
cuanto más requerida más ingrata,
al cisne que hunde el cuello en la laguna
para alcanzar el disco de la luna
que en el movable espejo se retrata.

Recordemos el arte menor (ocho sílabas poéticas como máximo) y el arte mayor (nueve como mínimo) (el alejandrino exige catorce) dando la aeluya (**aa**) o el pareado (**AA**), la cuarteta (**abab**)/redondilla (**abba**) o la endecha real (tres versos de heptasílabos más otro endecasílabo, **abaD**), el cuarteto (**ABBA**), el serventesio (**ABAB**), la décima o espinela (v. octosílabos-**abbaaccddc**; recuérdese su uso en la «payada» en Argentina o en las Canarias) o el soneto (**ABBA-ABBA-ABA-ABA**, con libertad en tercetos permitida; s. francés si v. alejandrinos).

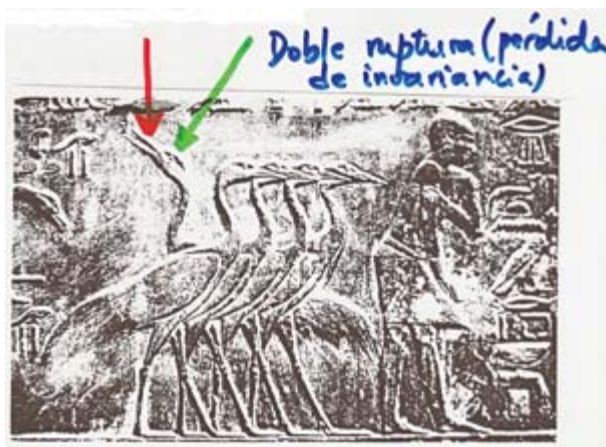
He aquí algunos ejemplos de ruptura de simetría como pérdida de una o varias invariancias:

Rotura de la invariancia por traslación y además un pico abierto:



Broken Symmetry and Liveliness of the Act

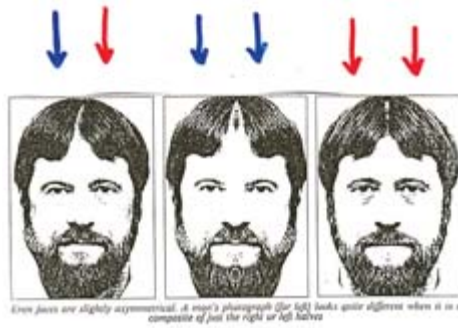
Saqqara; 2500 B.C. Detail of a bas-relief from the mastaba of the Egyptian prince Ptah-hotep



La reflexión especular no necesariamente conlleva belleza, como quizá quepa inferir del desdoblamiento y recomposición del autorretrato de Durero:



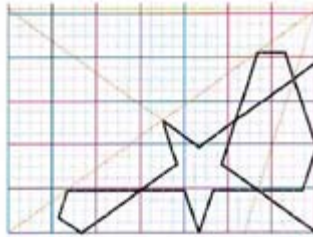
o de la recomposición de un rostro encontrado al azar:



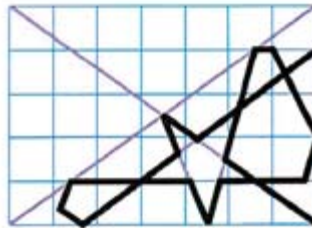
Aunque hay para todos los gustos:



¿Es lo ligeramente imperfecto más bello o más útil? En las figuras que siguen es más útil el trazo grueso que el trazo fino exacto ($\tan 36^\circ = 0.7265435\dots = 3/4.1291458\dots = 3/4.13 \text{ aprox.} = 5/7 \text{ aprox.} = 0.71428\dots$; en una orquesta si todos los primeros violines o los segundos acordasen exactamente en fase, o sea, si la orquesta estuviese perfectamente afinada, sería «horrible»).

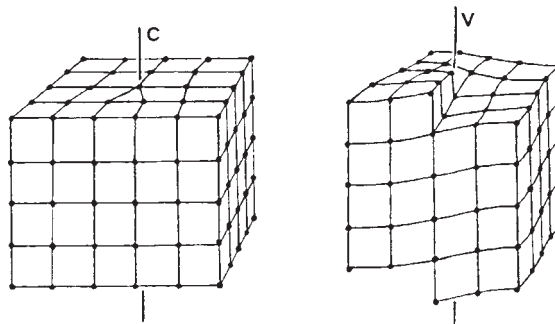


-a-



-b-

Hay a veces papel creativo en los defectos; así el reconocimiento de un antiguo conocido, de una cara, de una persona, de «algo» en general... no suele ocurrir por su perfección sino por sus defectos (pérdida de invariancia o simetría rota). Más aún, a partir de un defecto cabe reconstruir el todo incluyendo lo perfecto: eso hacen los cristales al crecer espontáneamente en la naturaleza o en el laboratorio: el defecto en ángulo-esquina se va al borde, sale y permite reconstruir el cristal, o crece el cristal como tornillo tirando hacia arriba.



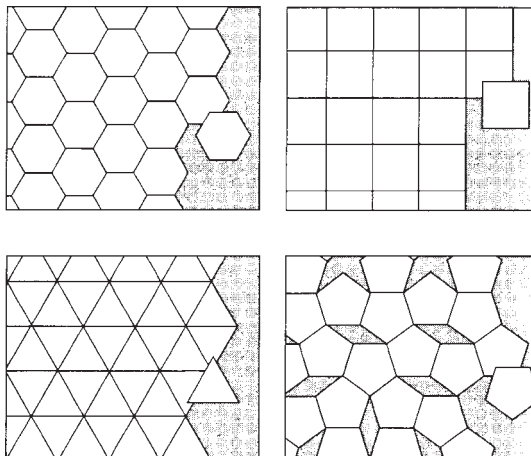
El erizo tiene simetría pentagonal



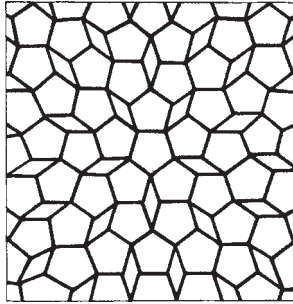
que quizá con su ruptura inició la tendencia a la bilateralización con eje, ¿un ancestro nuestro?



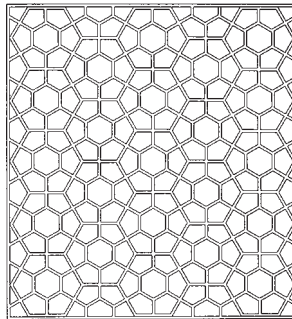
Si imaginamos triángulos, cuadrados, pentágonos y hexágonos...



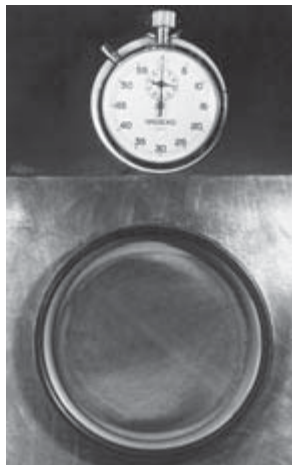
conviene recordar que aunque es posible rellenar una superficie esférica/un balón sólo con pentágonos regulares, eso no es viable sobre un plano salvo con la ayuda, por ejemplo, de rombos delgados



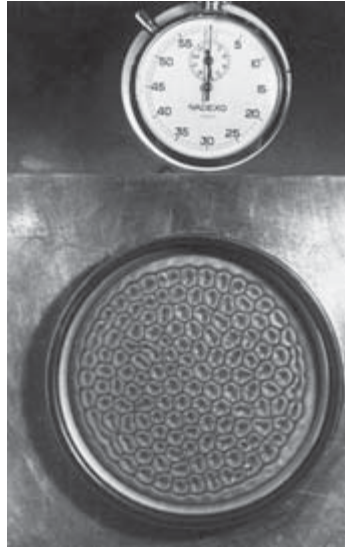
o de hexágonos que generan super-hexágonos.



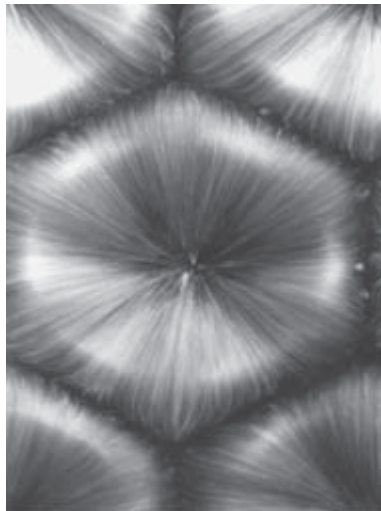
El estudio de hexágonos «dinámicos», o sea, con movimiento fluido interno, consecuencia de la rotura de la homogeneidad inicial/simetría, permitió en el último tercio del siglo XX entender el error o la limitación del antecitado aserto de P. Curie. De la homogeneidad inicial/simetría-superficie lisa, invariancia por traslación (salvo en periferia)



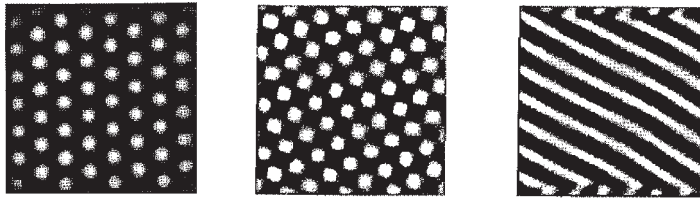
el sistema evoluciona —debido a un adecuado calentamiento— hacia la ruptura/rotura de la homogeneidad, de modo que la superficie lisa inicial cede a la superficie celular; cabe observar que hay hexágonos dinámicos con defectos —pentágonos y heptágonos acoplados— que espontáneamente migran al borde



Uno de esos hexágonos muestra las líneas de corriente del líquido.



Los experimentos pueden simularse mediante computación adecuada de las ecuaciones de evolución del líquido dando tanto hexágonos, como cuadrados, o rosquillas.

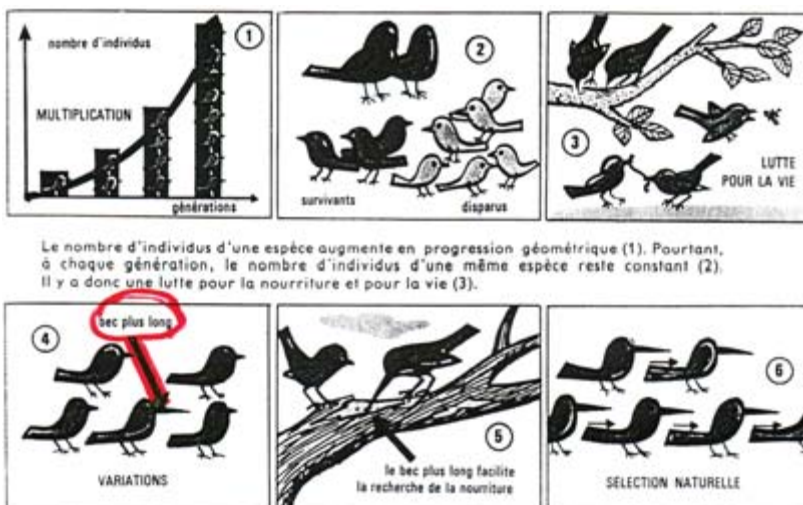


Inestabilidad y convección de Bénard -Marangoni. Al calentar por abajo, o sea por la base sólida, una capa horizontal de líquido abierta al aire, o cuando éste absorbe un tensioactivo "fuerte", el estado de reposo da paso a formas estacionarias convectivas, generalmente más eficaces en el transporte calorífico, que suelen ser paralelepípedos hexagonales aunque también cabe observar cuadrados o rosquillas anulares.

La ruptura/rotura de simetría en el bogavante ¿es útil para sobrevivir? (Lamarck)... o ¿sobrevivió el que la tuvo espontáneamente? (Darwin).



Estamos porque la ruptura/rotura de simetría condujo a la evolución natural (Darwin).



Retomemos para concluir, aunque sin conclusión definitiva, lo que algunos otros predecesores preclaros enunciaron. Así el poeta W. B. Yeats decía: «The intellect of man is forced to choose perfection of the life, or of the work...» Pero, en cambio, J. Renoir afirmaba: «El verdadero peligro, a mi parecer, está en el amor ciego a una supuesta perfección... La variedad e imperfección de los utensilios primitivos (de un artesano) engendran alegría. Sin lugar a dudas, atribuyo el origen de la ola de aburrimiento que inunda el mundo moderno a la monotonía del decorado perfecto en el que nos movemos. Lo que nos salva en el cine es que con un poco de paciencia, incluso de amor, rascando los maquillajes convencionales, trastocando las iluminaciones habituales, se puede llegar a ese ser deliciosamente complicado que es el hombre» (*Ma vie et mes films*, 1974). Y finalmente R. Levi-Montalcini nos hacía pensar que: «nell' *homo sapiens* ...Il progressivo aumento del volume del cervello, e quello più spettacolare delle sue capacità intellettuali, sono il risultato di un processo disarmonico, che ha creato infiniti complessi psichici e aberrazioni comportamentali, risparmiati ai nostri compagni di viaggio, dai primati antropomorfi a quelli, infinitamente più numerosi, che ci hanno preceduto di centinaia di milioni di anni e che probabilmente ci sopravviveranno: gli insetti. Quelli che popolano oggi la superficie del pianeta no sono sostanzialmente diversi dai loro più remoti predecessori vissuti 600 milioni di anni fa...il modello che si può considerare il più riuscito: quelli degli insetti (non si prestò invece alla pressione selettiva). Né Hitler né Einstein nasceranno dalla loro progenie che potrà forse vedere la luce tra altre centinaia di milioni di anni» (*Elogio dell'imperfezione*, 1987).