Jugueteoría:
Juguemos a hacer teorías

Rufino Rodríguez Sánchez
I.E.S. Sáenz de Buruaga - Mérida (Badajoz)

PÁGINA 16 EN BLANCO

Índice

A) Objetivos

No quedan lejos las palabras del profesor Mather cuando decía en 1951 *que una de las críticas a la educación general se basa en el hecho de que fácilmente degenera hacia la mera presentación de información tomada de tantos campos de indagación como alcancen a ser repasados en un semestre o un año,* sobre todo, en el segundo curso del bachillerato.

Efectivamente, el alumnado, atiborrado de información que rápidamente comienza a olvidar, no atina a aprehender los procedimientos que le pueden ser válidos en toda la extensión del conocimiento.

Gran parte de culpa la tiene el sistema actual de la selectividad, que impide a los profesores recrearse en la enseñanza de métodos más apropiados para futuros universitarios. Esperemos que no tarde demasiado la necesaria reforma de este sistema por uno más acorde con los principios de capacitación y orientación del alumnado para la realización de estudios superiores.

Este trabajo quiere profundizar en las capacidades que tienen los alumnos de 1º y 2º de bachillerato para el desarrollo de técnicas de relación de contenidos que ven a lo largo del curso. Por los temas que se tratan, está pensado para alumnos de los Bachilleratos de Humanidades y Ciencias Sociales.

Partiendo de una reflexión sobre el concepto de teoría, se pretende que el alumno se vea a sí mismo como un científico en potencia y que, para alcanzar el pleno desarrollo de sus capacidades, debe ver la información de las diferentes asignaturas no como objetos de memorización, sino como materia prima para la investigación.

Para ello proponemos la elaboración de un procedimiento lógico muy sencillo, que se le presenta al alumno como un juego de relaciones, realizado con puntos y flechas y formalizado en sucesiones matemáticas.

No debe extrañar al lector encontrar, en la aplicación de este método, citas textuales sacadas de diversos libros de texto utilizados en el bachillerato. Se pretende, con ello, demostrar que la información utilizada en estos cursos puede ser ilustrada por medio de juegos gráficos que tienen un fundamento lógico establecido con anterioridad.

Los objetivos de este trabajo son:

1º) Que el alumno desarrolle sus dotes creativas inventando recursos lógicos con los que investigar el entorno.

2º) Que el alumno adquiera unos conocimientos básicos en el manejo de útiles matemáticos con los que abordar aspectos geográficos y sociales.

3º) Que el alumno reflexione sobre la necesidad de adoptar un espíritu crítico en el análisis de la realidad.

4º) El estudio y conocimiento de aspectos económicos, geográficos y sociales para integrarlos en juegos lógicos.

5º) Lograr un espíritu de cooperación entre los alumnos, potenciando la realización de actividades en grupo.

B) Contenidos

Se parte de una **reflexión filosófica sobre el concepto de teoría**, para continuar recordando contenidos matemáticos de 4º de E.S.O, concretamente **las sucesiones matemáticas**. En relación con las sucesiones se proponen ejercicios cuyas soluciones servirán posteriormente para elaborar un juego lógico muy sencillo, pero de gran valor en el desarrollo de recursos teóricos.

A continuación se explica **la sucesión del genial matemático italiano Leonardo Fibonacci** y se dan las pautas de lo que será la realización de un juego lógico.

Se analiza posteriormente **la complejidad del mundo** y los peligros de una visión reduccionista en su estudio.

La aportación más original de este trabajo viene cuando se elaboran hipótesis y axiomas de partida con el fin de establecer unas normas con las que intentar interpretar algunos contenidos estudiados en el bachillerato. Así por ejemplo, se aplica el método resultante al **comportamiento de una borrasca del frente polar y los procesos de erosión en la asignatura de geografía, el análisis del flujo circular de la renta en economía, y la creación de la obra artística en historia del arte**.

Terminamos con actividades y ejercicios que tienen la finalidad de poner aprueba las intuiciones de los alumnos y **el desarrollo de su espíritu crítico**.

C) Metodología

En la puesta en marcha de este proyecto es fundamental la actitud del profesor implicado, puesto que parte de la propuesta de un método de relación de contenidos de asignaturas diferentes, aunque preferentemente se aplique a casos relacionados con el Departamento de Geografía e Historia.

Quiere animar a los profesores y alumnos de ciencias sociales a profundizar en métodos propios de interpretación de la complejidad social. Se apoya en las matemáticas que se aprenden en 4º de la ESO, por lo que todos los alumnos de bachillerato han tenido oportunidad de recibir una base suficiente para comprenderlo.

De igual forma, se hace hincapié en la necesidad de entender los hechos sociales como fenómenos complejos, sometiendo a crítica rigurosa tanto las observaciones como los procedimientos utilizados en su análisis. Esta propuesta es una excelente oportunidad de poner a prueba las dotes críticas de los alumnos, puesto que todas las hipótesis y aplicaciones que se utilizan deben ser contrastadas, y las conclusiones refutadas o aceptadas por la observación de otros casos no propuestos.

Puesto que pretende el desarrollo de la creatividad y originalidad de los alumnos, el profesor debe seleccionar, además de los ejemplos que aquí aparecen, otros que puedan servir para practicar con los axiomas establecidos.

Las aplicaciones que se realizan tienen como utilidad inmediata la elaboración de esquemas generales aplicables a campos diferentes y la comprensión de los límites de cada disciplina como espacios abiertos donde se dan relaciones entre ellas.

La utilización de fotografías ayudará a la comprensión de los ejemplos más complicados y permitirá al alumno visualizar situaciones complejas de forma sencilla, basándose en una lógica previa.

Como toda herramienta que empieza a conocerse, lo más difícil es vencer nuestra resistencia al esfuerzo que requiere aprender su funcionamiento, una vez superada esta primera fase, el trabajo es más fructífero.

D) Temporalización

En un trabajo interdisciplinar como el que presentamos aquí resulta difícil establecer su duración, esto dependerá del tratamiento que el profesor interesado quisiera darle, en función de la programación de su propia asignatura.

Pensamos que si su aplicación se lleva a cabo en 1º de bachillerato (Economía o Historia), la posibilidad de extenderse en sus planteamientos puede ser un complemento para romper la visión más tradicional que el alumnado tiene de estas disciplinas.

En cambio, en las materias de 2º de bachillerato (Geografía, Historia del Arte e Historia de España, ante el problema de la preparación de temarios para la selectividad, la presentación de esta actividad podría hacerse para mostrar la posibilidad de instrumentalizar los contenidos de asignaturas clasificadas erróneamente como de letras.

La respuesta de los alumnos dará la pauta de su duración y según la madurez del grupo el trabajo resultará más o menos extenso.

E) Criterios de evaluación

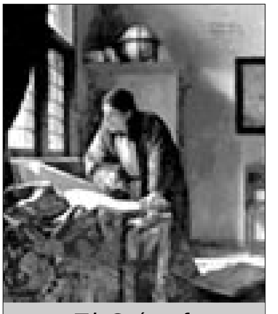
Partimos de la idea de que la evaluación debe ser continua, entendida como seguimiento continuo del alumno. Por ser un trabajo que requiere leer y comprender las hipótesis de las que se parten, será necesario que el profesor haga hincapié en la importancia de realizar una reflexión serena desde el principio. Reflexión que debe incorporar una actitud crítica con todo lo que se plantea. Es decir, la búsqueda de contraejemplos para dejar en evidencia a los postulados teóricos propuestos.

Pensamos que la tendencia que tienen los jóvenes de esta edad a criticar aquello que no les convence, debe ser estimulado con este trabajo. Una crítica que ha de basarse en argumentos razonados y búsqueda de casos concretos en los que no se cumplan las predicciones. Por lo tanto, la capacidad de crítica razonada de los alumnos debe valorarse muy positivamente por el profesor.

Desarrollo de la actividad

PÁGINA 26 EN BLANCO

I) Introducción



El Geógrafo

Según nos cuenta el filósofo José Ferrater Mora en su *Diccionario de Filosofía* (1), el sentido originario de la palabra *teoría* es el de contemplación, especulación, el resultado de la vida contemplativa o *vida teórica*. Sin embargo, desde aquella primera interpretación griega hasta nuestros días son muchas las reflexiones que se han hecho sobre este concepto.

En la filosofía de la ciencia se ha discutido con frecuencia el sentido que puede darse a la palabra *teoría*; la relación entre la noción de teoría y las nociones de principio, ley, hipótesis, etc.; la relación entre teoría y hechos; las relaciones entre teorías en las ciencias naturales y teorías en las ciencias sociales, etc. En la mayor parte de los casos se usa teoría sin precisarse lo que se entiende por este término y fiándose de una comprensión intuitiva del uso del vocablo.

Según la concepción llamada *realista*, una teoría proporciona o, si se quiere, aspira a proporcionar, una descripción del mundo, de tal suerte que se afirma que existen las entidades postuladas por la teoría. Según la concepción llamada *convencionalista*, una teoría es una herramienta conceptual útil y no hay por qué preguntar si hay las entidades que la teoría postula. Cada una de estas opiniones tiene muchos matices. Algunos realistas sostienen que una teoría correcta es verdadera; otros que puede no ser verdadera, pero no es meramente convencional.

Hasta hace unos años era frecuente escuchar, en el ámbito científico, las argumentaciones de los partidarios del método hipotético-deductivo (simplificando diremos que plantea el estudio de la realidad partiendo de generalidades) frente a los que defendían las virtudes del método inductivo (aproximación a un objeto estudiando sus casos particulares hasta alcanzar una teoría general).

Con posterioridad se han conciliado ambas posturas en un bucle interactivo entre *lo particular y lo general*, generador de principios teóricos en los ámbitos de las ciencias sociales y las ciencias naturales. Y así se habla de la necesidad de sistematizar las observaciones de los casos concretos y comprobar su validez en nuevos supuestos.

Actualmente se han superado concepciones como las del filósofo austríaco Karl Popper para quien las teorías debían ser *falsadas* antes de ser aceptadas, es decir, debían ser sometidas a todo tipo de pruebas para demostrar su validez, y se hace hincapié en la necesidad de contrastarlas.

Al margen de estas reflexiones filosóficas, diremos que la teoría es la forma que tiene el ser humano de relacionarse con todo lo que hay a su alrededor. Si pensamos en la curiosidad que sienten los niños cuando comienzan a conocer su entorno, comprobaremos que ponen en práctica un procedimiento teórico. Así ocurre cuando tocan cosas particulares (jarrones, vasos, lápices, etc.) de tamaños y colores distintos, y sacan conclusiones generales sobre cada uno de esos objetos.

El ser teórico es *una manera de ser* de la especie humana, puesto que en toda teoría hay una necesidad inevitable de querer prever el futuro para asegurar que las decisiones tomadas en el presente son correctas. Así, cuando cogemos el coche, mentalmente imaginamos cuál será el camino menos congestionado por la circulación; también en la relación que mantenemos con los demás procuramos establecer conversaciones que nos permitan *construir* en el campo profesional o personal; al mirar el cielo intentamos obtener información sobre el tiempo que vamos a tener y si los planes para ese día pueden verse afectados o no.

Hacer una gran teoría general sobre algo, requiere años de estudio y sacrificio, pero jugar con nuestra tendencia natural a teorizar es algo que podemos poner en práctica con los contenidos de la enseñanza secundaria. Y eso es precisamente lo que propongo en este trabajo, que cojamos contenidos del bachillerato y elaboremos nuestras propias teorías, criticándolas y corrigiéndolas. Seguro que nos sorprendemos de lo que podemos llegar a hacer.

II) Para construir una teoría hacen falta herramientas: recordemos las sucesiones matemáticas

Una sucesión de números reales es una ley que hace corresponder a cada número natural (excluido el cero) un número real.

Las imágenes de los números naturales 1, 2, 3, 4, 5, …, n, …, se representan generalmente por una letra minúscula con el subíndice correspondiente:

N	1	2	3	4	5	…	n	…
R	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	…	a_n	…

Se acostumbra a representar la sucesión por sus imágenes; es decir:

$$(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, \dots, a_n, \dots)$$

Los números naturales 1, 2, 3, 4, 5, …, n se llaman *índices*. Los números reales a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, …, a_n … se llaman *términos*. Al término a_n se le llama *término general*. (2)

No siempre es fácil encontrar la expresión del término general de una sucesión. Ahora bien, *conocido el término general resulta muy sencillo obtener cualquier término de la sucesión, pues basta con dar valores al índice n*.

Por ejemplo, dada la sucesión de término general $a_n = 4n-3$ los cuatro primeros términos serían:

$$a_1 = 1 \qquad a_2 = 5 \qquad a_3 = 9 \qquad a_4 = 13 \quad \dots$$

Así pues, una sucesión es una cadena de números ordenados uno tras otro según una ley o fórmula de sucesión:

1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, …

Están ordenados a partir de 1, sumándoles 2

1/4, 1/2, 3/4, 1, 5/4, …
Están ordenados a partir de 1/4, sumándoles 1/4

El término general es el que define como se sucede la sucesión y así, si en la sucesión:

1, 8, 15, 22, 29, 36…

numeramos los términos:

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, \ldots, a_n$

el término enésimo es igual a 7n-6. Así por ejemplo:

$a_3 = 15$
$a_3 = 7n- 6 = (7 \times 3)- 6 = 15$

Ejemplos

1º) En la sucesión (a_n) el primer término es 4. Los demás términos se hallan sumando al anterior el número 3.

$a_2 = a_1 + 3 = 4 + 3 = 7$ $a_3 = a_2 + 3 = 7 + 3= 10$ $a_4 = a_3 + 3 = 10 + 3 = 13$

Si nos piden escribir el término que ocupa el "lugar 1000", es decir, a_{1000}, aunque no lo sepamos en un principio, seremos capaces de escribirlo con un poco de tiempo.

2º) Escribiremos a continuación los primeros términos de varias sucesiones y la posible fórmula del término general, en cada caso:

2, 4, 6, 8, 10,… an = 2n

1, 4, 9, 16, 25,… an = n2

0, 1/3, 2/4, 3/5, 4/6,… $an = \frac{n-1}{n+1}$

III) Progresiones aritméticas

Sea (a_n) una sucesión de números reales. Se dice que (a_n) es una progresión aritmética si la diferencia entre cada término y el anterior es constante.

Los números 1, 3, 5, 7, 9,… forman parte de una progresión aritmética, pues:

3-1=2 ; 5-3 = 2 ; 7-5 = 2 ; 9-7 = 2,…

También puede decirse que es una sucesión de números en la que cada término se obtiene sumando al anterior una cantidad constante que se llama diferencia o razón de la progresión. (3)

Como en la progresión aritmética cualquier término es igual al anterior más la razón, podremos deducir el término general o término enésimo de la siguiente manera:

$a_2 = a_1 + d$
$a_3 = a_2 + d = a_1 + d + d = a_1 + 2d$
$a_4 = a_3 + d = a_2 + d = a_1 + 2\,d + d = a_1 + 3d$
$a_5 = a_4 + d = a_3 + d = a_1 + 3\,d + d = a_1 + 4d$

$an = a_{n-1} + d = a_1 + (n-1) \,.\, d$

IV) Progresiones geométricas

Es una sucesión de números en la que cada término se obtiene multiplicando al anterior una cantidad constante que se llama razón de la progresión.

a_1

$a_2 = a_1 \ . \ r$

$a_3 = a_2 \ . \ r = a_1 \ . \ r.r = a_1 \ . \ r^2$

$a_4 = a_3 \ . \ r = a_2 \ . \ r.r = a_1 \ . \ r^2 \ . \ r = a_1 \ . \ r^3$

También puede expresarse de esta forma:

Sea (a_n) una sucesión. Se dice que (a_n) es progresión geométrica si el cociente entre cada término y el anterior es constante.

Por ejemplo, los números

1, 1/2, 1/4, 1/8, … forman parte de una progresión geométrica, pues tomando dos términos cualesquiera consecutivos, se obtiene siempre el mismo cociente.

$$\frac{1/2}{1} = \frac{1}{2} \qquad \frac{4/4}{1/2} = \frac{1}{2} \qquad \frac{1/8}{1/4} = \frac{1}{2} \qquad \ldots$$

V) Cuestiones para hacer una teoría

1ª) Vamos a comenzar nuestra teoría resolviendo cuestiones muy sencillas como son los 10 primeros términos de cada una de estas sucesiones. Para ello bastará con sustituir en el término general el número de orden n.

n=	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…
an = n											
an =2n-1											
an =3n-2											
an =4n-3											
an= 5n-4											
an= n^2											

2ª) Busca en el diccionario la definición de los siguientes conceptos:

- axioma - hipótesis - método

3ª) La *crítica científica* es una herramienta fundamental para comprobar si nuestra teoría es correcta o no. Piensa en esta expresión e intenta darle un significado. ¿Qué será la crítica de una teoría? ¿Piensas que criticar es decir únicamente los fallos que pueda tener? ¿Crees que la observación de los hechos que intenta explicar es fundamental para dar validez a una teoría o a un pensamiento?

VI) Resolución de los ejercicios anteriores

1ª) Los 10 primeros términos de cada una de estas sucesiones:

n=	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…
an = n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…
an =2n-1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	…
an =3n-2	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	…
an =4n-3	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	…
an=5n-4	1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	…
an= n^2	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	…

2ª) Busca en el diccionario la definición de los siguientes conceptos:

Axioma: Proposición tan clara y evidente que se admite sin necesidad de demostración.

Hipótesis: Suposición de una cosa posible o imposible para sacar de ella una consecuencia.

Método: Modo de decir o hacer con orden una cosa (entre otras acepciones).

3ª) Sobre la *crítica científica*.

Recuerdas que decíamos al principio que el sentido originario de la palabra *teoría* es el de contemplación, especulación, el resultado de la vida contemplativa o *vida teórica* y que el ser teórico es una forma de ser de la especie humana, puesto que en toda teoría hay una necesidad inevitable de querer prever el futuro para asegurar que las observaciones que se realizan en el presente son correctas, pues bien, sin la crítica no podríamos establecer si nuestros postulados son correctos o no. Ya veremos más adelante como se elabora una *crítica científica*.

VII) La sucesión de Fibonacci

En 1202, en el *Liber Abaci*, Leonardo Fibonacci, también llamado Leonardo de Pisa, elaboró la quizá primera lista de problemas de álgebra de Europa. Uno de sus doce enigmas es también el primer problema de demografía. Aunque esta disciplina no iba a aparecer hasta 460 años más tarde, y aunque solamente pretende ilustrar un problema aritmético, el problema de Fibonacci ya contiene los ingredientes que utilizarán los demógrafos del siglo XX: la progresión geométrica, la referencia a las poblaciones animales y la homogeneidad temporal.

El problema es sencillo: una pareja de conejos llega a una isla que poblará con su descendencia. Cada estación, nos dice Fibonacci, la pareja reproduce una nueva pareja. Se admite que el embarazo dura una estación y que la madurez sexual se alcanza al principio de la estación siguiente. Para simplificar aún más, también se supone que estos afortunados conejos no mueren nunca ni se vuelven estériles. Pregunta el pisano: ¿Cuál será la población de conejos al cabo de n periodos? Para contestarla, se separa la población de un año determinado en individuos maduros e inmaduros. La población madura es igual a la población total del año anterior ya que los inmaduros han llegado a la madurez y los inmaduros y los maduros han sobrevivido. La población inmadura es igual a la población madura del año precedente que la ha engendrado, y por lo tanto a la población total dos años antes. Así pues, la población total del año es la suma de las poblaciones totales de los dos años precedentes. Partiendo de la pareja fundadora que desembarcó al principio en la isla, se calcula fácilmente la población un año tras otro: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, etc.

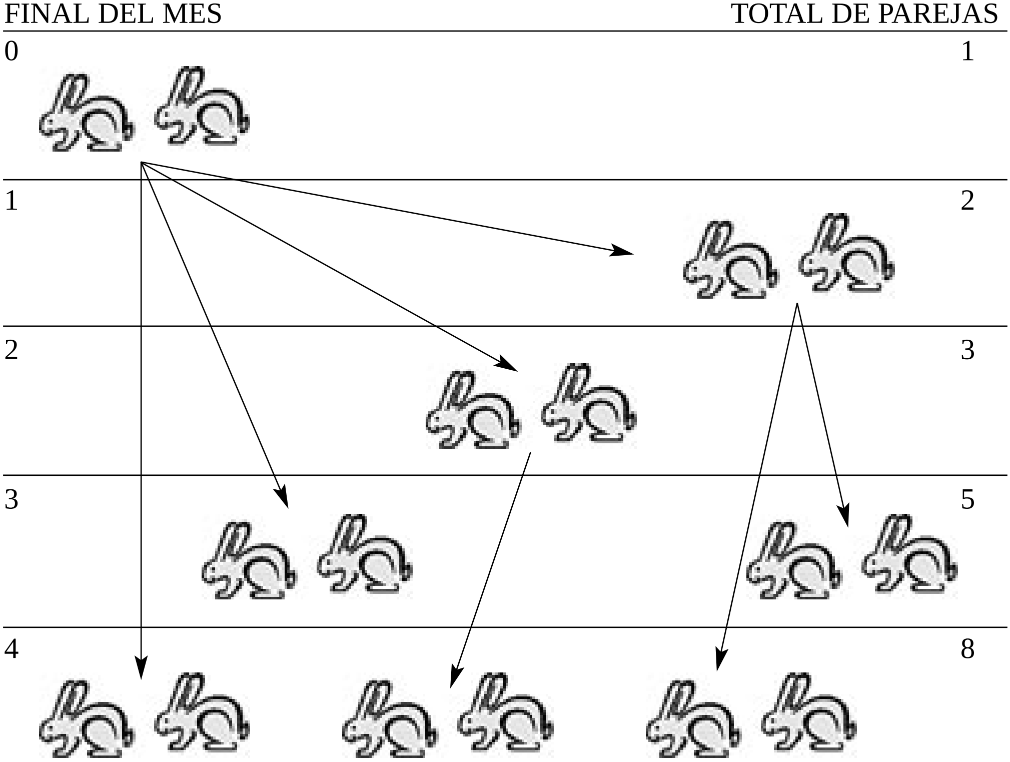
Se reconoce la célebre sucesión de Fibonacci que, como es sabido, tiende a una progresión geométrica que tiene por razón el número áureo: 1,61803…

Desde luego, la historia de los conejos sólo era una forma de introducir el número áureo, del que Fibonacci, al igual que los pitagóricos, estaba prendado. (4)

VIII) Reflexión sobre la sucesión de Fibonacci y el método que vamos a seguir en nuestro juego

Quizás comprendas mejor la sucesión de Fibonacci si repetimos el caso que plantea y la hipótesis (suposición de una cosa posible o imposible para sacar de ella una consecuencia) de la que parte y lo ilustramos con un dibujo:

Encerramos a un par de conejos adultos, macho y hembra. Los conejos empiezan a procrear a los dos meses de su nacimiento dando siempre un único par: macho y hembra, y a partir de ese momento cada uno de los meses siguientes un par más, de igual características. Admitiendo que no se muere ninguno, ¿cuántas parejas habrá al cabo de un año. (5)



Ya hemos dicho antes que Fibonacci estaba prendado del número áureo (1,61803) y que precisamente este número es la razón de la progresión geométrica que lleva su nombre. Está claro que el caso de los conejos es un ejemplo inventado por él, que tiene como finalidad justificar la presencia de tal número en algo concreto.

Aunque el original matemático italiano parte de hipótesis que no se dan en la realidad (*Los conejos empiezan a procrear a los dos meses de su nacimiento dando siempre un único par: macho y hembra, y a partir de ese momento cada uno de los meses siguientes un par más, de igual características, admitiendo que no se muere ninguno*), y de una pregunta (*¿cuántas parejas habrá al cabo de un año?*) que tendrá una respuesta inexacta en el mundo real, tenemos que admitir, no obstante, que su ejercicio de teorización (predicción de lo que pasará según las condiciones de partida) es completamente cierto.

Si te fijas se trata de un juego imaginativo en el que no importa tanto conseguir elaborar una teoría que se ajuste a observaciones reales –*necesitaríamos una formación científica de la que carecemos en el bachillerato*-, como elaborar procedimientos lógicos que desarrollen nuestra creatividad.

Por eso te propongo que al igual que Fibonacci, también nosotros operemos con sucesiones matemáticas y elaboremos hipótesis, axiomas y por medio de un método (una forma de ordenar) observemos si nuestra teoría se adapta a hechos observables en la realidad y viceversa. Te aseguro que el resultado es lo de menos, lo importante es que experimentemos con ideas, intuiciones, observaciones…

Como en todo juego primero tenemos que saber cuáles son las piezas que vamos a utilizar. Para no complicar las cosas empezaremos con puntos y flechas. Los puntos representarán cualquier objeto de estudio y las flechas las relaciones que hay entre ellos.

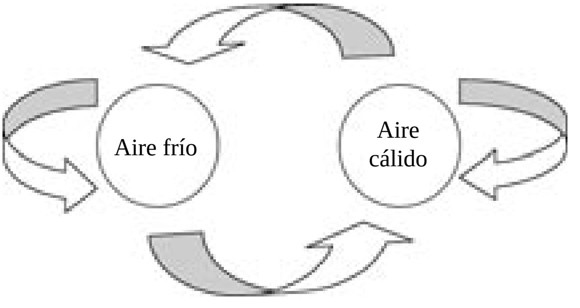
Seguro que alguien preguntará: ¿todo puede representarse con puntos y flechas?. Bueno, casi todo, sólo hace falta una buena dosis de imaginación y unas reglas que veremos más abajo.

Por ejemplo, ¿cómo representaríamos el aforismo cartesiano: *Pienso, luego existo?* Yo lo representaría así,

Un punto y una flecha que sale y se vuelve hacia él. Esto sería un punto definido.

¿Y una masa de aire frío que entra en contacto con otra de aire cálido?

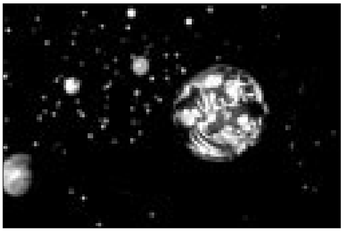
Pues así de sencillo,



Dos puntos definidos y diferenciados.

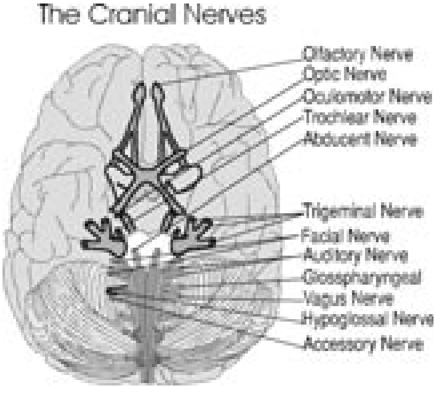
¿Qué te parece si hacemos una reflexión un poco más sesuda sobre el punto?. No, no sobre el punto que uno coge cuando está alegre, sino sobre la importancia que tiene el ver las cosas como puntos formados por otros puntos que a su vez lo conforman puntos más pequeños. Ten un poco de paciencia, porque pasando esta necesaria reflexión filosófica viene lo más interesante.

IX) El punto: de lo simple a lo complejo



A lo largo de la historia el hombre ha buscado siempre respuestas a las eternas preguntas sobre el origen y los fines del universo y del individuo, sobre su contingencia o trascendencia, su esencia, sus relaciones, su propia capacidad para entender y modificar los hechos y sobre la naturaleza de los mismos.

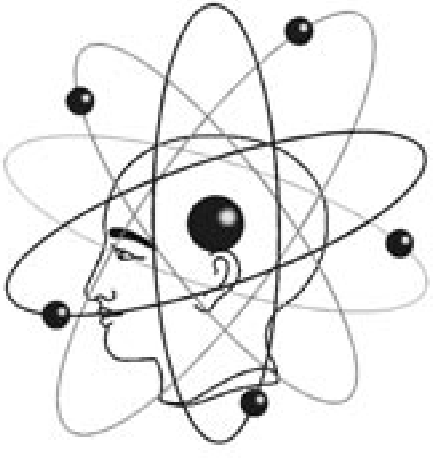
En esa búsqueda ha contado con la herramienta más poderosa del planeta, su propio cerebro; una masa de apenas un kilo de peso con la que ha conseguido forjar las ideas más potentes y revolucionarias. Un órgano constreñido en un espacio físico que le ha permitido evolucionar desde la caverna hasta el poblado, dejando emerger sus potencialidades y limitaciones en un continuo diálogo con el entorno. Durante el lento proceso de su configuración a partir de la incertidumbre prehistórica, el cerebro humano ha perfeccionado gradualmente un mecanismo de adquisición de datos sobre situaciones potencialmente peligrosas o beneficiosas a su alrededor. Tal mecanismo se ha llamado el "telar mágico" de neuronas o células nerviosas, cuya función ha sido la de transmitir mensajes desde los órganos sensoriales al sistema nervioso central y de éste a los músculos y glándulas.



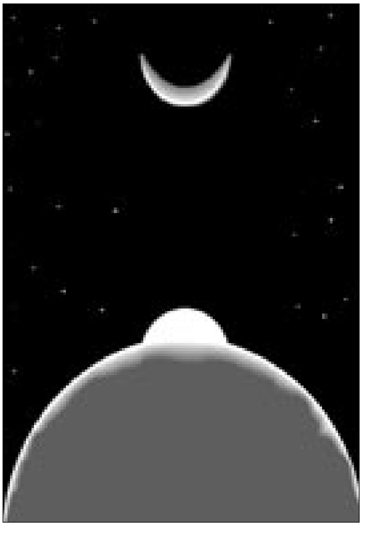
Estimulado por las leyes de la evolución, la organización cerebral ha creado, mantenido y desarrollado la diversidad interior al mismo tiempo que ha procurado establecer la unidad de acción frente al exterior.

De esta forma, el ser humano ha llevado consigo un conjunto de partes diversas que, dependiendo de la manera de relacionarse, han definido sus señas de identidad. Esta asociación de lo uno y lo diverso que aparece inmanente no sólo al hombre sino a todas las manifestaciones de la naturaleza, evidencian la presencia de la relación compleja como una constante universal.

La complejidad, presente en el punto que se abre como objeto de estudio a una multitud de partes más pequeñas relacionadas entre sí, y en el conjunto de puntos que tomados como componentes de un todo chocan, producen rupturas o uniones, desaparecen y emergen.



Desde la noche de los tiempos, todas las manifestaciones humanas han estado presididas por esta relación compleja entre lo uno y lo diverso, entre el punto y el conjunto; la concepción de la obra artística como imitación de la realidad, la elaboración de una teoría como aprehensión de la naturaleza, la invención de una herramienta y su aplicación a un proceso de fabricación participan de esta idea primera, en la que la dimensión compleja del punto radica en poseer la capacidad de transformarse en conjunto y viceversa.



La representación del punto como un todo se ha presentado unas veces como una revelación: "*Al principio creó Dios los cielos y la tierra. La tierra estaba desierta y vacía*"; otras veces como una verdad primera: "*Y al advertir que esta verdad –pienso, luego soy- era tan firme y segura que las suposiciones más extravagantes de los escépticos no eran capaces de conmoverla, juzgué que podía aceptarla sin escrúpulos como el primer principio de la filosofía que buscaba*" (6), con frecuencia, el poder se ha manifestado como punto que engloba al conjunto; "*El Estado soy yo*", o como punto visionario; "*Caudillo de España por la gracia de Dios*".

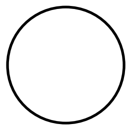
Cuando los puntos forman parte de un objeto de estudio como es la aparición de la vida, éstos se explican en términos de relaciones mutuas; "*las primeras atmósferas se componían de los más diversos átomos y eran muy ricas en hidrógeno. La luz del sol, al incidir sobre las moléculas de la primitiva temprana atmósfera, las excitó, provocó choques moleculares y produjo moléculas de mayor tamaño. Bajo las inexorables leyes de la química y la física, estas moléculas actuaron recíprocamente, formaron verdaderos océanos y dieron lugar a la producción de otras moléculas mucho mayores, moléculas bastante más complejas que aquellos átomos iniciales de los cuales se habían formado, pero todavía microscópicas ante toda posible medida o norma humana*". (7)

X) Hipótesis y Axiomas de partida

Suposición de una cosa posible o imposible para sacar de ella una consecuencia.

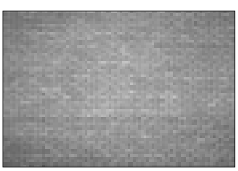
A) Elementos

1º) Todo sistema está formado por elementos que representaremos como puntos:

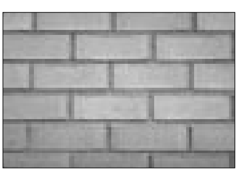


2º) Los elementos de un sistema pueden estar indefinidos, definidos o definidos y diferenciados (8):

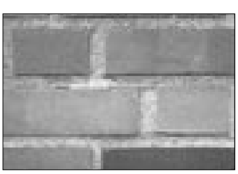
Por ejemplo, los ladrillos de esta pared:



Indefinido
Simplificando, diremos que un elemento está indefinido cuando no tenemos ninguna información sobre él.

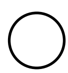


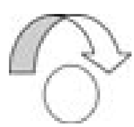
Definido
Un elemento está definido cuando aparece ante nosotros con características semejantes a los elementos que están próximos a él.

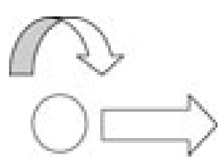


Definido y Diferenciado
Un elemento está definido y diferenciado de otros elementos cuando entra, o lo ponemos, en relación o reajuste con alguno de ellos.

Gráficamente los representaremos así:

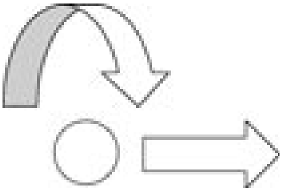






3º) A la relación o relaciones que existan entre los puntos, las denominaremos *reajustes* (9), y las representaremos por medio de flechas:

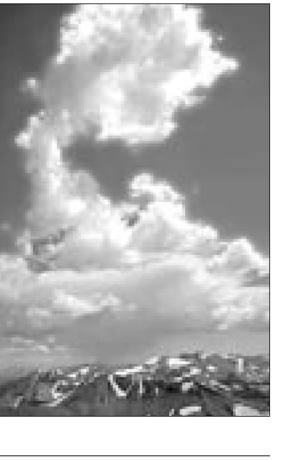
Como constructores de teorías tenemos el derecho de darles el nombre que nos parezca más apropiado. Yo utilizaré el concepto de reajuste, porque, como veremos, en la relación que mantienen los puntos entre ellos existe una consecuencia inmediata que impide que la situación que se presenta después de esa relación sea exactamente la misma, es decir, las cosas en relación, están continuamente ajustándose y desajustándose, en definitiva, reajustándose.



Los puntos representan elementos y las flechas relaciones o reajustes.
Recuerda que una flecha que sale de un punto y se vuelve sobre él indica que ese punto está definido, y cuando sale de él hacia otro punto señala que está diferenciado.

Dos cohetes que se lanzan hacia el cielo son puntos definidos que se diferencian cuando estallan.

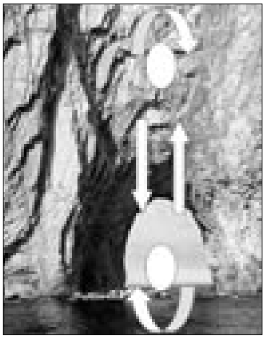
4º) Un reajuste define a un elemento cuando le dota de contenido de memoria. El contenido de memoria se forma a lo largo de un proceso.



Esta nube se ha formado a lo largo de un período de tiempo. Todo ese tiempo que ha tardado en formarse es lo que entendemos por proceso de formación. De todas las formas que ha ido adquiriendo durante ese proceso, sólo conserva en el momento de hacer esta fotografía unas características concretas. A esas características específicas o formas de presentarse un objeto de estudio en un instante concreto, lo llamamos contenido de memoria. (10)

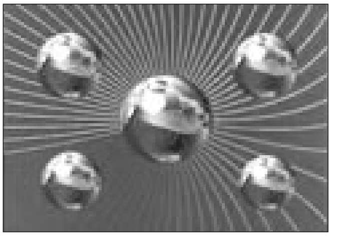
Un ejemplo más claro lo tienes en ti. Piensa en la edad que tienes. Hasta llegar a ella, han pasado muchas cosas en tu vida (proceso), la infancia, la adolescencia en la que estás, pero en el momento de leer estas líneas hay una serie de aspectos que te definen (contenido de memoria).

5º) Un reajuste diferencia a un elemento cuando éste entra en relación con otro. Un elemento se diferencia con respecto a otro elemento cuando intercambia reajustes con él, cuando intercambia materia, energía o información.



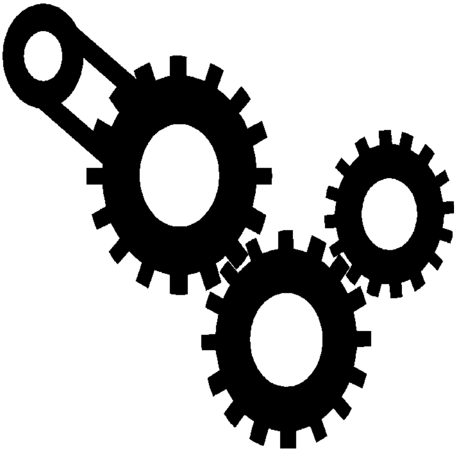
En este ejemplo, la roca y el mar están representados por puntos y las relaciones que hay entre ellos por flechas o reajustes. Fruto de los cuáles se ha producido la erosión de la roca.

6º) Un elemento está diferenciado si previamente se ha definido.



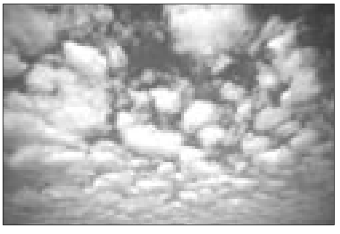
Si te fijas en estas cinco bolas verás que, aunque las cinco tienen la misma forma (están definidas como bolas de hierro), sólo una es de mayor tamaño que las otras (está definida como bola y diferenciada del resto por su tamaño)

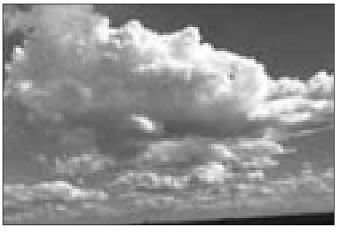
7º) Consideraremos al elemento como unidad compleja con posibilidad de relación con otros elementos, y como un objeto que se abre hacia sí mismo, es decir, compuesto por otros elementos.



Si miramos una máquina como una unidad podremos representarla como un punto. Si la abrimos veremos que está compuesta de engranajes (puntos) relacionados (flechas).

8º) La organización de un sistema aparece cuando hay una estructura de elementos relacionados según unas leyes, normas, reglas, tendencias, etc. Las relaciones- reajustes de los elementos originan el modo de organizarse o desorganizarse dicho sistema.

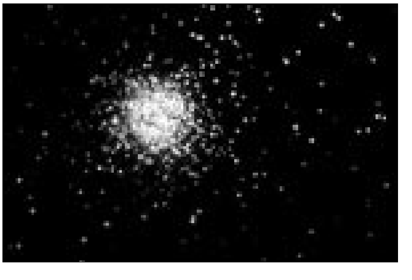




Según las características de dos masas de aire, una fría y otra cálida y húmeda, el comportamiento de un frente frío será más o menos lluvioso.

9º) En nuestro juego, un elemento entra en crisis cuando pierde definición y, por extensión, un sistema organizado entra en crisis cuando los elementos que lo organizan *de una determinada forma* tienden a perder diferenciación y definición.

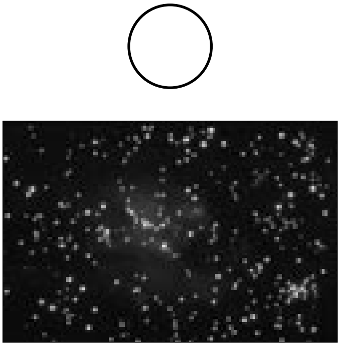
¿A partir de qué momento el punto entra en crisis?. La explosión de una estrella comienza en el momento en el que aquellos elementos que la conformaban se relacionan de forma diferente a como lo hacían; la presencia de un virus en el organismo puede desencadenar la enfermedad y su muerte; la estructura arquitectónica que sobrepasa su umbral de resistencia, cede bruscamente. No debe extrañarnos que, desde todos los ámbitos de la ciencia, el hombre se esfuerce en encontrar aquellos factores que pueden provocar la entrada en crisis de un sistema arquitectónico, agrario, industrial o económico.



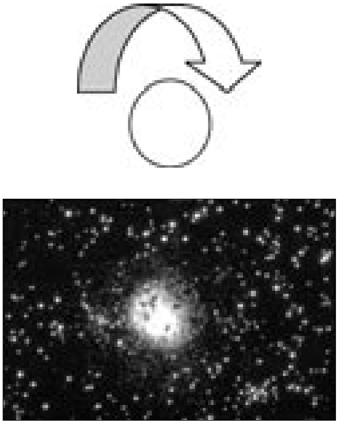
B) Reajustes

Vamos a imaginar tres sistemas con 1, 2 y 3 elementos respectivamente:

Sistema I (1 elemento):

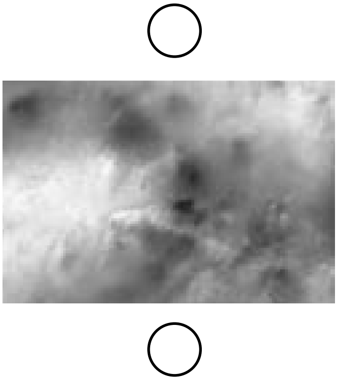


Indefinido
Polvo estelar

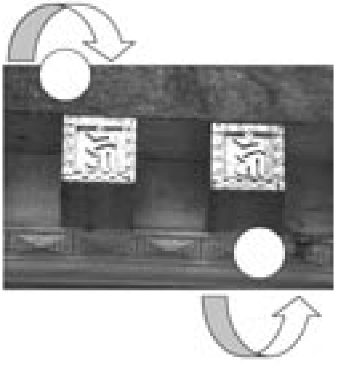


Definido
Formación de una estrella

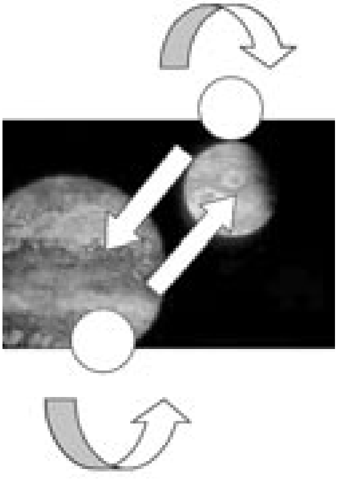
Sistema II (2 elementos):



Indefinidos
Gases en la atmósfera de cualquier planeta

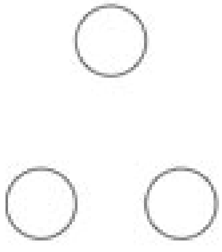


Definidos
Dos dados exactamente iguales

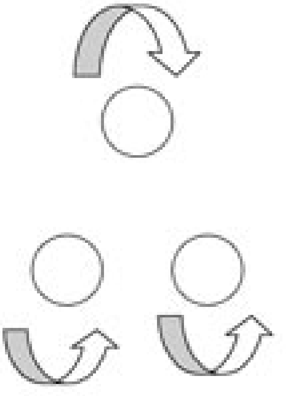


Definidos y diferenciados
Dos planetas de un sistema solar relacionados según la ley de la gravitación universal

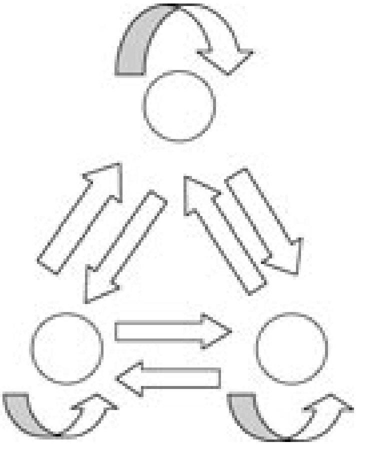
Sistema III (3 elementos):



Indefinidos



Definidos



Definidos y diferenciados

Imagina tú los ejemplos:

Con carácter general, diremos que dado un objeto de estudio con “n” elementos, el proceso de definición y diferenciación de todos ellos pasa por la aparición de reajustes (flechas), y puede ser formalizado por procedimientos matemáticos.

C) Sucesiones matemáticas

Comenzaremos la formalización de la teoría con la reflexión sobre los tres casos que hemos considerado hasta ahora:

1º) Que todos los elementos de un sistema estén indefinidos.

2º) Que todos los elementos se encuentren definidos.

3º) Que todos los elementos estén definidos y diferenciados.

Observa esta fotografía y encuentra en ella una parte indefinida, otra definida y otra definida y diferenciada.

¿Está la Luna definida y diferenciada frente a la Tierra?

Las nubes están definidas, pero ¿están claramente diferenciadas?

La oscuridad será la parte…

1º) Respecto al primer caso diremos que la indefinición es la materia prima de la que surgen los sistemas y organizaciones.

2º) Cuando todos los elementos de un sistema aparecen definidos observamos que el número de reajustes que aparecen quedan reflejados en la siguiente sucesión matemática:

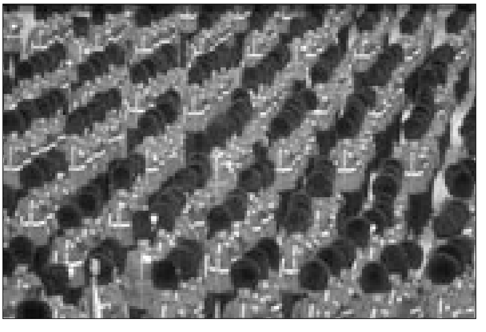
Sistema A

Nº elementos	1	2	3	4	5	6	7	…
Nº reajustes	1	2	3	4	5	6	7	…

A partir de aquí estableceremos que dado un objeto de estudio “A” con “n” elementos el grado mínimo de definición o conexión de sus elementos viene dado por el término general de la sucesión:

$$An = n$$

Donde An es el sistema con “n” elementos y n el número de reajustes.



Todos los soldados que aparecen en esta fotografía están definidos, pero en el encuadre no se observa a ninguno diferenciado. Dependiendo del punto de vista que adoptemos sobre un objeto de estudio, las conclusiones de nuestras observaciones serán distintas.

3º) De la misma forma, si contamos el número de reajustes que tienen los objetos de estudio cuando todos sus elementos están definidos y diferenciados obtenemos esta otra sucesión matemática:

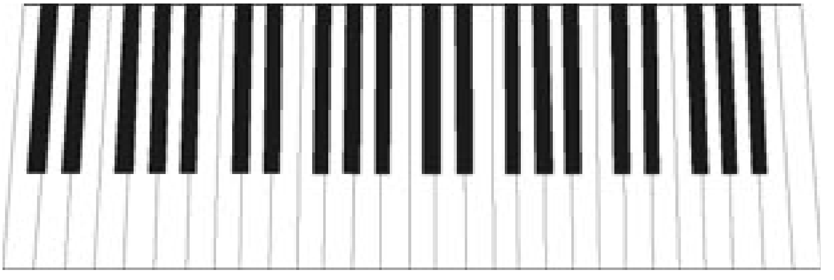
Sistema A

Nº elementos	1	2	3	4	5	6	7	…
Nº reajustes	1	4	9	16	25	36	49	…

Igual que en el caso anterior diremos que dado un objeto de estudio "A" con "n" elementos, el grado máximo de definición y diferenciación o grado máximo de conexión y organización de sus elementos viene dado por el término general:

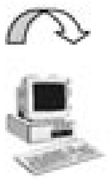
$$An = n^2$$

Donde An es el sistema con “n” elementos y n^2 el número de reajustes o flechas.

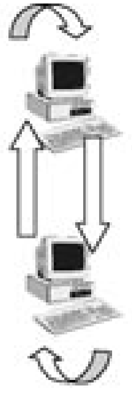


Te preguntarás qué tiene que ver n^2 con el teclado de un piano. Pues, cuando tocamos el piano cada una de las teclas (puntos) adquieren la posibilidad de entrar en relación con todas las demás, todo depende de la melodía que estemos interpretando o componiendo.

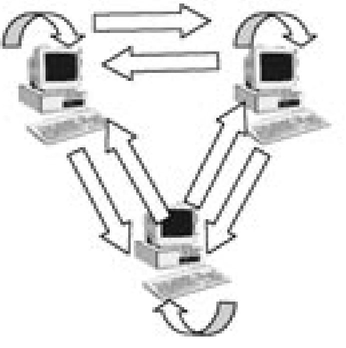
Si te fijas, n^2 está presente en la red de internet. Existe una tendencia en este fenómeno social a que todas las personas conectadas tengan la posibilidad de comunicarse entre ellas. Cuenta las flechas o reajustes que hay en los ejemplos simplificados que tienes más abajo y comprobarás que se ajusta a la sucesión $An = n^2$ (máximo grado de conexión entre las partes).



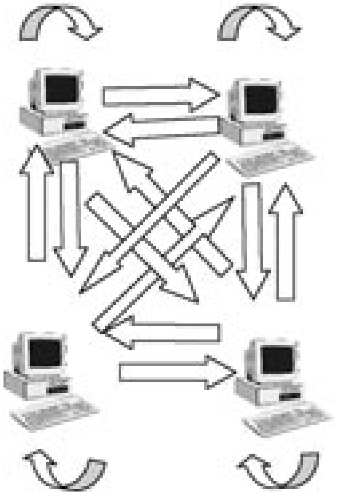
n = 1



n = 2



n = 3



n = 4

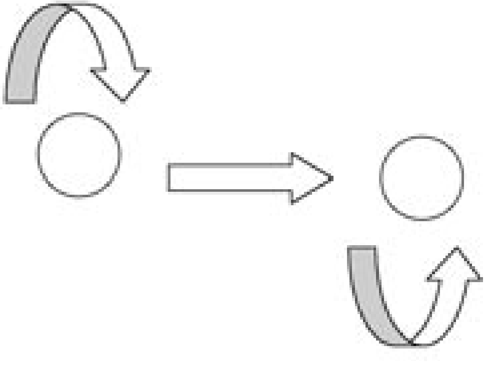
Comprueba que para n = 5 elementos también se cumple la sucesión $An = n^2$

D) Entre n y n^2: organización y complejidad

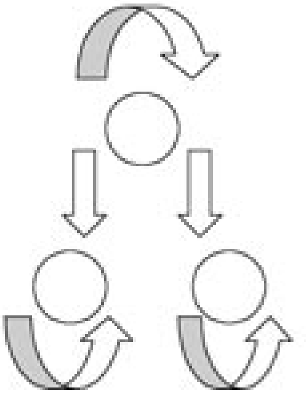
Vamos a observar cuál es el comportamiento desde la regularidad de las sucesiones matemáticas para el caso de encontrarnos con objetos de estudio en los que estando todos los elementos definidos sólo uno de ellos se encuentra diferenciado respecto a los otros:

Para el sistema de un solo elemento, únicamente es posible su definición, por lo que el número de reajustes n será igual a 1.

En el caso de encontrarnos con un sistema de dos elementos tendremos 3 reajustes.



Si observamos un sistema formado por tres elementos vemos que para esta situación tiene 5 reajustes.



Procederemos igual que con los términos generales anteriores y **estableceremos la sucesión matemática para este caso concreto**:

Sistema A

Nº elementos	1	2	3	4	5	6	7	…
Nº reajustes	1	3	5	7	9	11	13	…

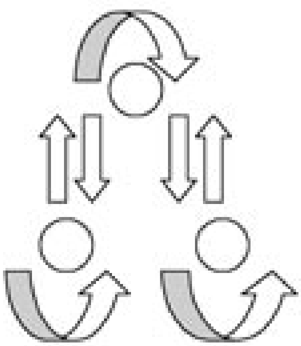
En función de esta sucesión diremos que para todo objeto de estudio A con n elementos, su grado mínimo de organización se produce cuando estando todos sus elementos definidos, uno de ellos se encuentra diferenciado con respecto al resto, y el término general que expresa esta situación es:

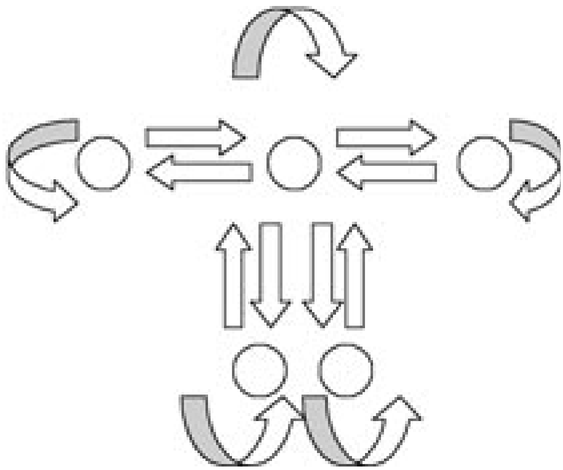
$$An = 2n - 1$$

Donde An es el objeto de estudio y 2n-1 el número de reajustes.

Vamos a establecer a continuación el término general de aquellos sistemas que presenten a todos sus elementos definidos y diferenciados respecto a otro elemento "p" que, a su vez, está definido y diferenciado respecto a todos ellos.

Cogeremos al azar los casos en que n sea igual a 3 y a 5. Gráficamente lo representamos así:





Observando la sucesión matemática definiremos su término general:

Sistema A

Nº de elementos	1	2	3	4	5	6	7	…
Nº de reajustes	1	4	7	10	13	16	19	…

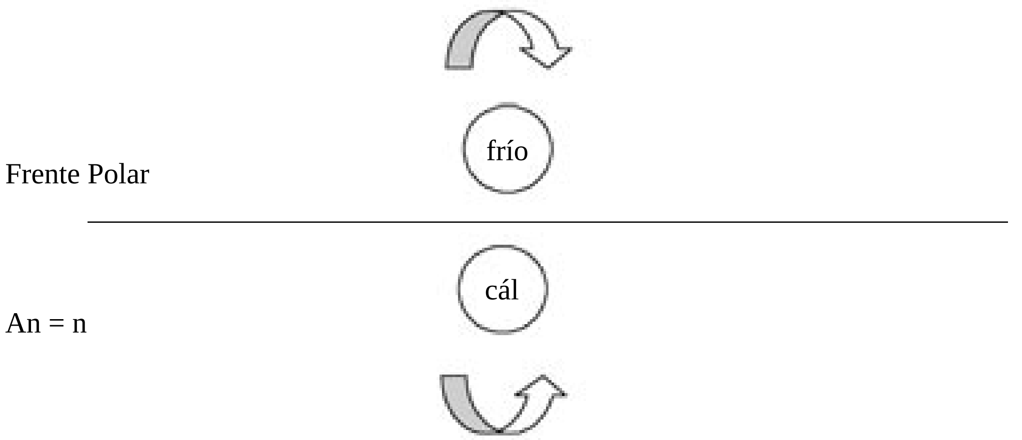
Dada una organización con n elementos diremos que su grado mínimo de complejidad se da cuando todos sus elementos están definidos y diferenciados con respecto a un elemento "p" organizador que, a su vez, se encuentra definido y diferenciado con respecto a todos ellos. Su expresión matemática se corresponde con el término general de esta sucesión;

$$An = 3n - 2$$

XI) Aplicaciones de nuestras sucesiones a casos concretos

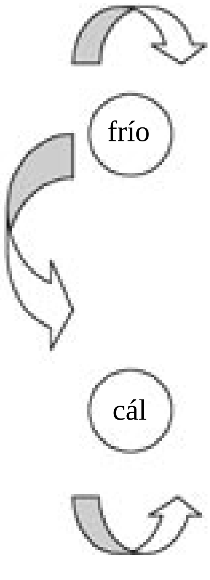
Caso 1º) La formación de una borrasca en el frente polar: n^2 caótico

Cuando las masas de aire que se encuentran tienen características diferentes, se producen ascendencias frontales, típicas de las perturbaciones asociadas al frente polar, que afecta a latitudes medias y separa el aire tropical del polar. Al iniciarse la vida de una borrasca, el frente polar forma una línea de separación de curvatura suave que progresivamente se ondula al desviarse el aire frío en dirección Sur y el cálido en dirección Norte. El aire frío, más pesado, se encuña bajo el cálido, más ligero, que asciende como por un plano inclinado, originándose un centro de baja presión o borrasca en el vértice de la onda. (11)

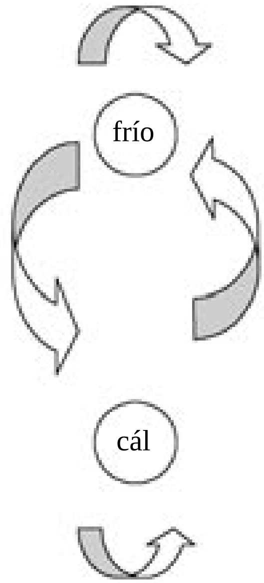


En una borrasca se distinguen varias partes: aire polar anterior, aire polar posterior, aire cálido intermedio y, separándolos el frente frío y el frente cálido.

El aire cálido intermedio, al ser menos pesado que el polar anterior, tiende a deslizarse suavemente sobre éste, formándose un frente cálido, que da lugar a lluvias, menos intensas que las generadas en el frente frío, pero más persistentes y con nubosidad estratiforme. Por su parte, el aire posterior polar, que avanza más rápidamente que el cálido, se encuña bajo éste y le obliga a ascender bruscamente, lo que forma nubes de desarrollo vertical que originan fuertes chubascos, y a menudo se forman frentes fríos secundarios de escasa actividad.



An = 2n -1



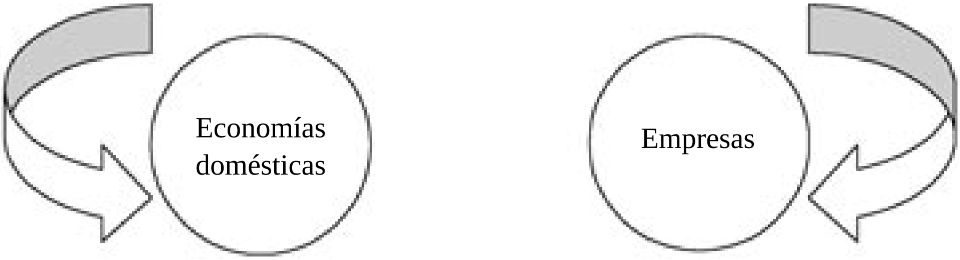
An = n2

En la vida de una borrasca llega un momento en que el frente frío alcanza al cálido, lo que da lugar a un frente ocluido. Todavía se producen algunas lluvias o chubascos, hasta que el aire cálido que ha quedado encima se enfría al ascender, “muriendo” la borrasca.

Piensa en algunos casos en los que el encuentro de los elementos de un sistema terminen por hacer desaparecer dicho sistema.

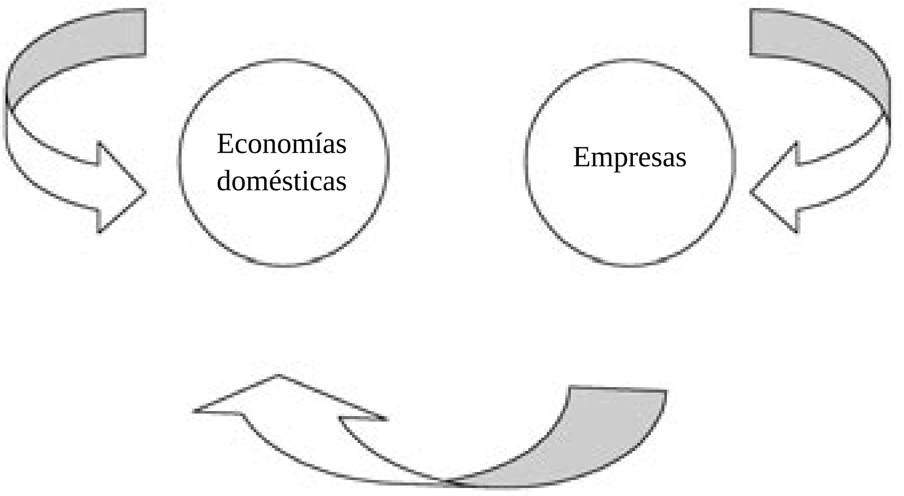
Caso 2º) El flujo circular de la renta: n^2 organizado

El flujo circular de la renta es el conjunto de pagos de las empresas a las familias a cambio de trabajo y otros servicios productivos y el flujo de pagos de las familias a las empresas a cambio de bienes y servicios. (12)



$A_n = n$

Las economías domésticas consumen los productos que elaboran las empresas generando en éstas el aumento de la producción para obtener mayor beneficio,

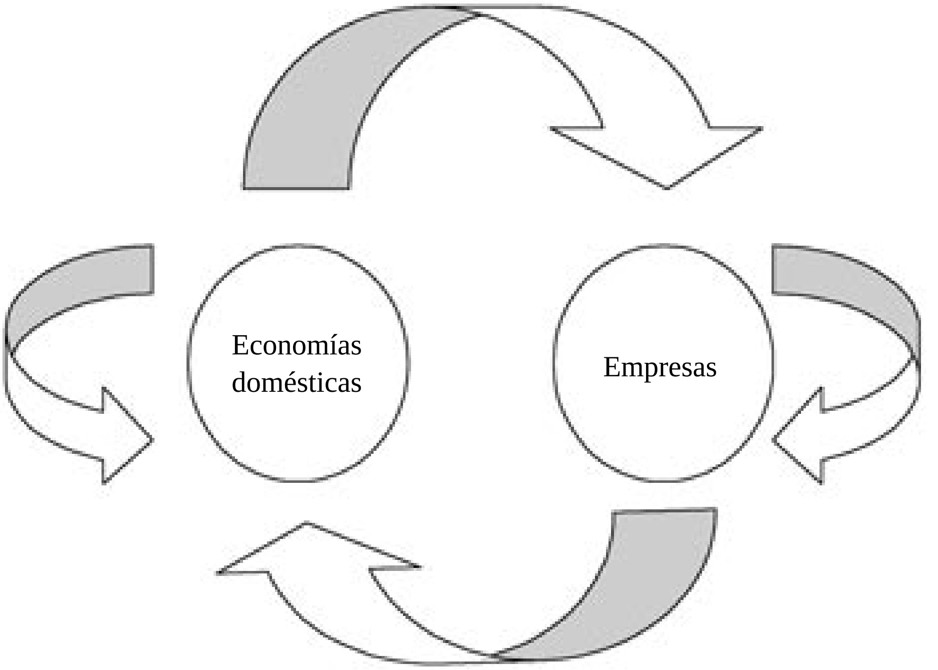


$A_n = 2n - 1$

Con el aumento del consumo, las empresas precisan de un mayor número de trabajadores y de capital para cubrir la demanda. Crece el empleo y la participación en los beneficios con el consiguiente efecto sobre los salarios y los intereses que, a su vez, son la base del consumo. No debe extrañarnos que en los modernos sistemas económicos el Estado intervenga para regular los desajustes que se producen en el mercado, y asegurar un crecimiento de la renta utilizando las medidas (reajustes) necesarias (política fiscal, fijación del precio del dinero por medio del Banco Central, incentivos al consumo de determinados productos, etc.).

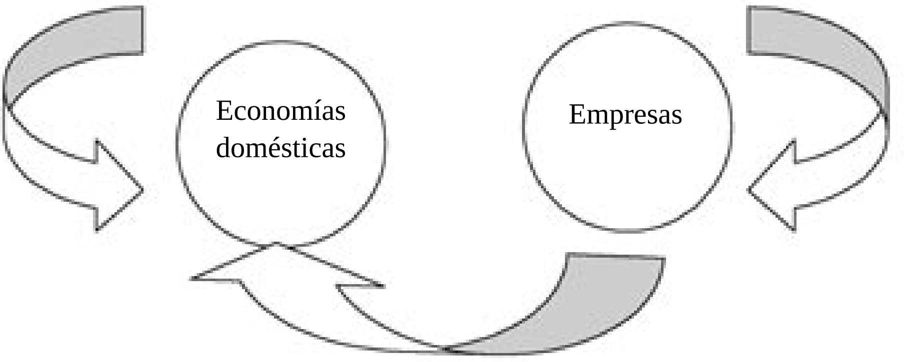
La intervención de los gobiernos en la Economía tiene la finalidad de establecer los reajustes adecuados a la tendencia que tienen los sistemas económicos a desajustarse fruto del encuentro de los agentes en el mercado. Estos reajustes van encaminados a conseguir el mayor nivel de empleo posible, la estabilidad de los precios y el crecimiento económico.

Compras de consumo



Salarios, intereses, beneficios, etc.

Si analizamos las causas del fracaso del sistema de economía planificada vemos rápidamente la situación An =2n-1 del gráfico inferior, en el que se representa la falta de comunicación entre el mercado y las empresas dirigidas por el Estado. Las necesidades de la población llegaban con retraso a la cúspide del sistema burocrático comunista y, a su vez, las decisiones que se tomaban estaban lejos de satisfacer las necesidades reales. Así, por ejemplo, los gerentes de las empresas sabían que cuantos más medios de producción recibiesen mayor sería la posibilidad de realizar los objetivos fijados por el plan. Por ello, presionaban al centro de planificación para obtener la mayor cantidad posible de recursos, por lo general, muy por encima de sus necesidades.



$A_n = 2n - 1$

A lo largo del siglo XX la teoría económica ha procurado contrarrestar los efectos caóticos que tiene el libre encuentro de los agentes económicos en el mercado. Para ello ha profundizado en los mecanismos reguladores necesarios para corregir las desviaciones del sistema capitalista. El control de n^2 se convierte en objetivo preferente con el fin de evitar la crisis que lleve a la destrucción del sistema tal como ocurre en la naturaleza.

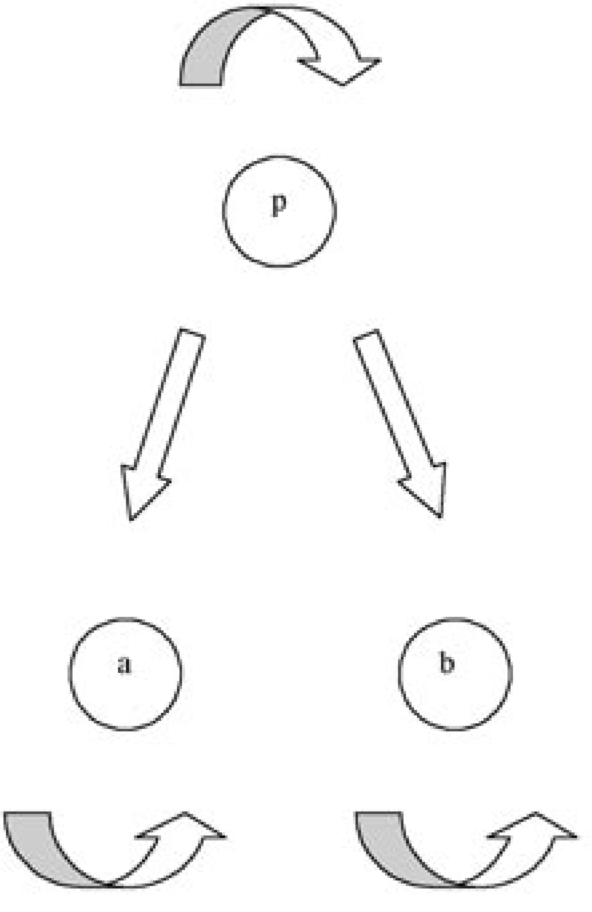
Así, por ejemplo, uno de los máximos representantes de la escuela marginalista, León Walras, pretendía esbozar el modo mediante el cual podría alcanzarse una solución de equilibrio simultáneamente en todos los mercados. Su objetivo era la formulación del proceso mediante el cual podría establecerse un equilibrio «general», esto es, aquel proceso que tuviese en cuenta la interrelación de todas las actividades económicas. Por su parte, John Maynard Keynes indicaba que el sistema de mercado libre o “laissez-faire” había quedado anticuado y que el Estado debía intervenir activamente para poner orden, *según nuestro juego de sucesiones, en* n^2, es decir, fomentar el pleno empleo, forzando el tipo de interés a la baja y redistribuyendo la renta con objeto de aumentar los gastos de consumo.

Igual que en el caso anterior, podemos intuir fácilmente la adecuación del concepto reajuste al ámbito económico, piensa que la palabra fluctuación, presente en todos los estudios económicos, significa, con carácter general, “cambios que se producen en la situación económica, medibles a través de indicadores. Las fluctuaciones abarcan desde los ciclos de largo plazo hasta las oscilaciones de carácter estacional, e incluso a las que tienen un perfil irregular y esporádico debido a calamidades naturales”.

Caso 3º) Los procesos erosivos

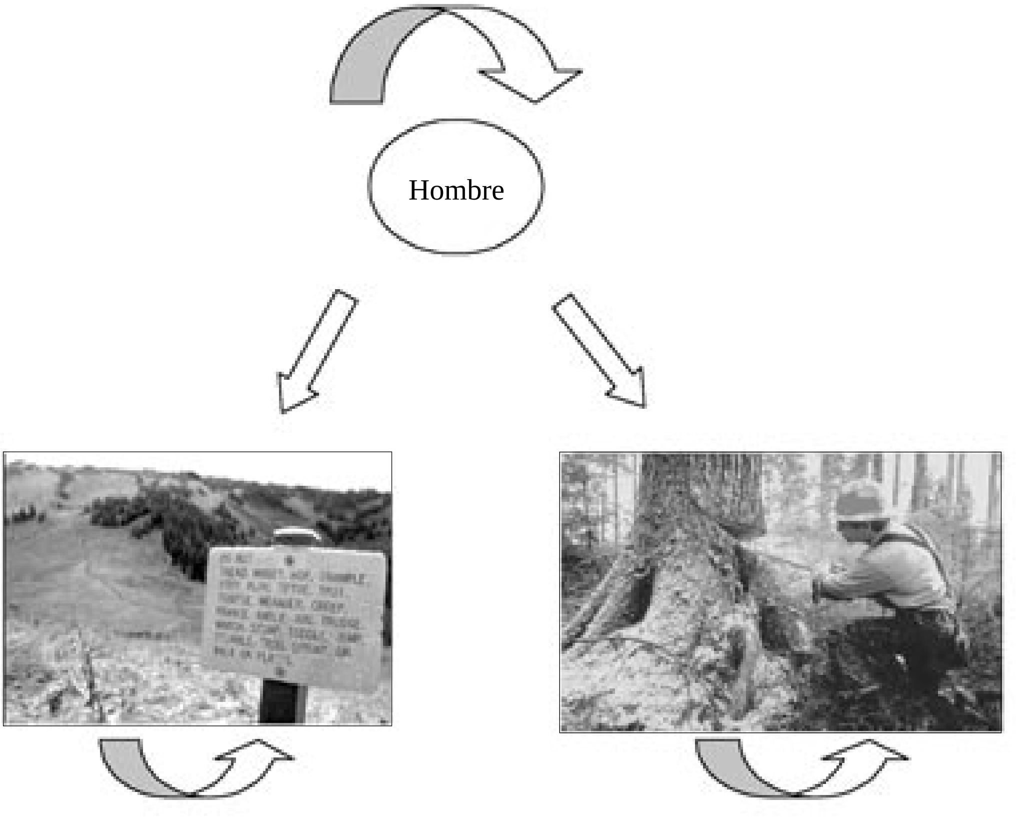
Para abordar el problema de los procesos erosivos vamos a fijarnos en el término general An = 2n - 1 (mínimo grado de organización) cuando n es igual a 3.

Como recordarás, nosotros partíamos de una determinada posición de los reajustes:

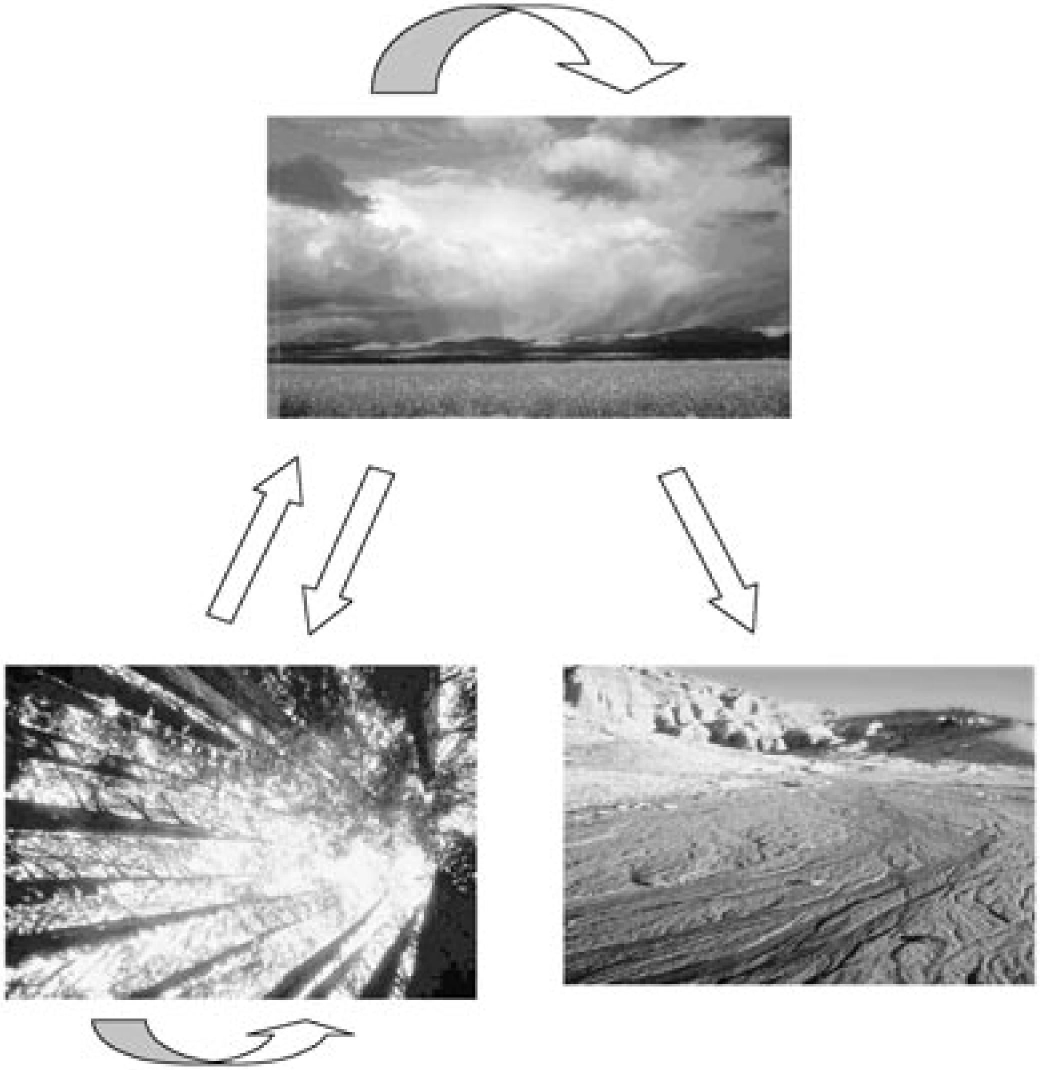


Hablábamos de un elemento “p” organizador que se diferenciaba frente al resto que aparecía definido pero indiferenciado.

Imagina la acción antrópica “p” contaminante sobre cualquier ecosistema y verás reflejada rápidamente esta situación de indiferenciación del entorno (la tala o quema del bosque que provoca su pérdida de identidad y acción reguladora sobre el suelo, los vertidos de residuos químicos al mar que ocasionan la muerte de toda forma de vida allí donde se realiza la agresión, etc.)

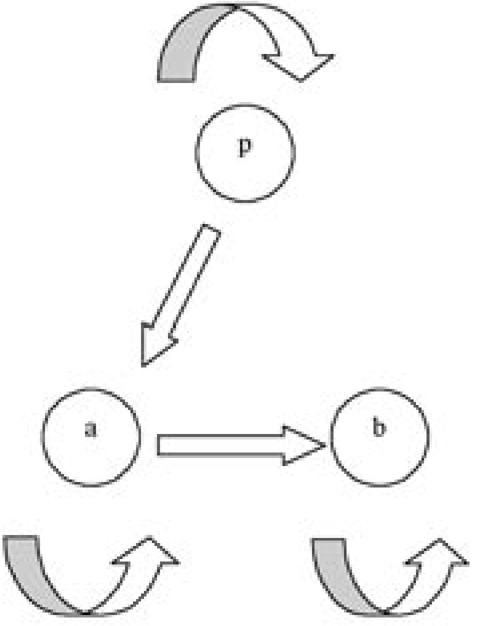


Ésta que tenemos aquí sería una representación de la acción del agua sobre dos medios diferentes, uno tropical de abundante vegetación y el otro cálido de latitudes templadas en el que la vegetación ha desaparecido. La acción de las lluvias abundantes “p” durante la estación lluviosa es “respondida” de forma diferente por la zona boscosa “a” que precisa del agua para subsistir, definiéndose y diferenciándose en esa interacción. Mientras que el desierto representado en “b” pierde diversidad de especies vegetales y animales, expandiéndose como espacio indefinido.

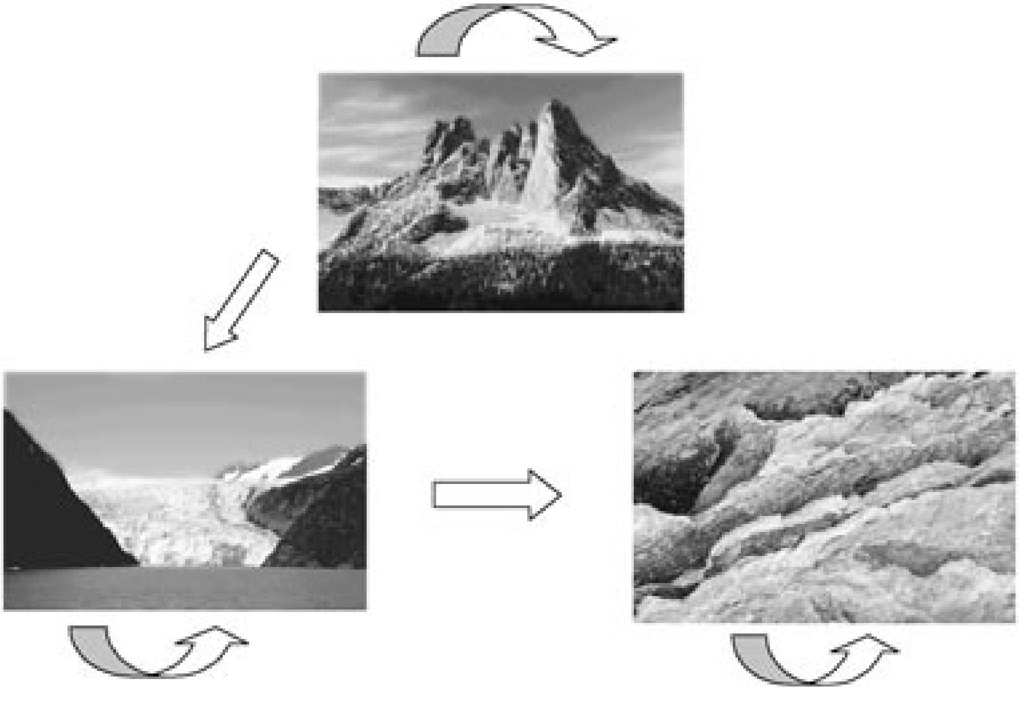


Como vemos en este montaje, las posibilidades gráficas que incorpora este método son ilimitadas. No sólo permite relacionar principios matemáticos con cuestiones epistemológicas, sino que hace más fácil la visualización de fenómenos naturales o sociales.

Otra posible concepción de los reajustes en este umbral sería la siguiente:

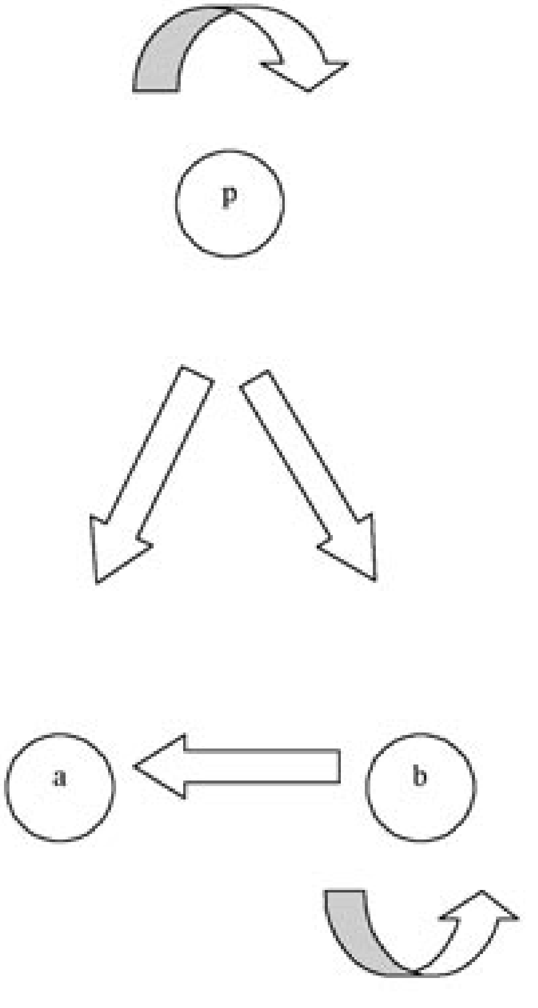


Esta disposición nos serviría para representar, entre otras cosas, la lengua de un glaciar “p” arrastrando las rocas que quedan en su interior “a” hacia la parte baja del valle, produciendo el modelado típico de aristas y grietas a lo largo de la ladera “b”.

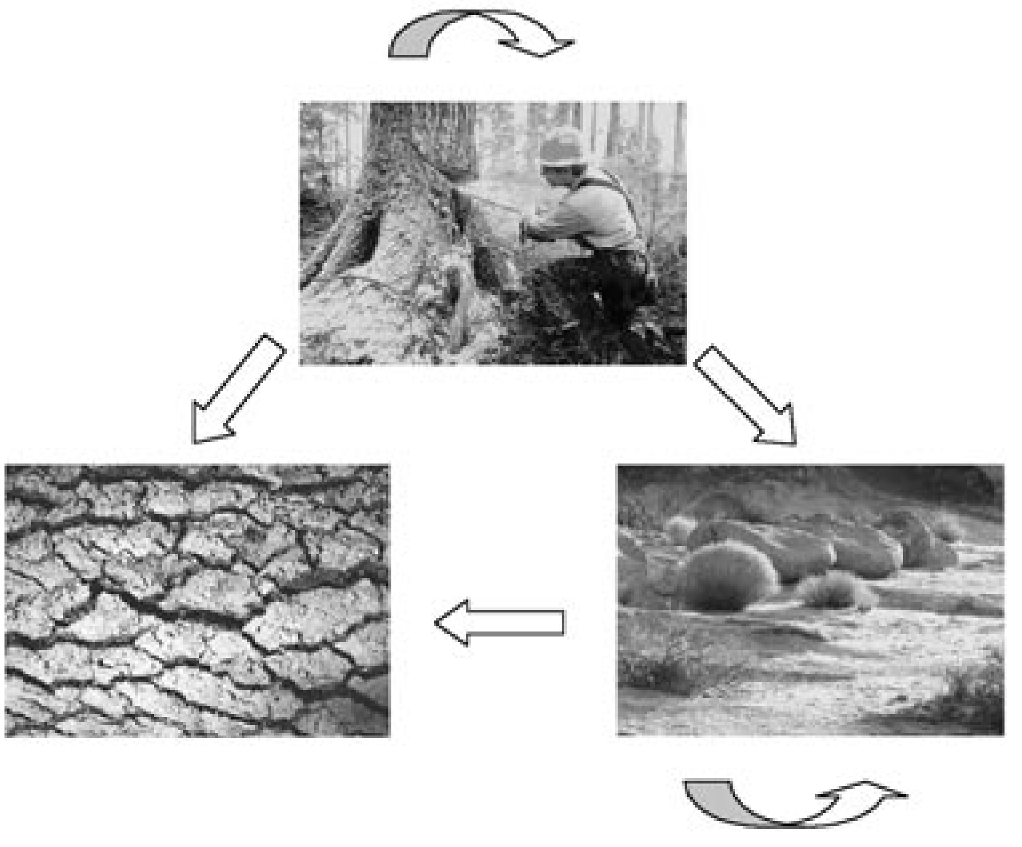


La ventaja de estos umbrales estriba en las posibilidades de disposición de los reajustes. Ésto, a su vez, nos invita a encontrar objetos de estudio en diversos campos, que puedan ser representados con la misma distribución. Hay, por lo tanto, un doble camino teórico; por una parte adaptamos la realidad a los umbrales y, por otra, los umbrales se van “reajustando” a la realidad.

Vamos a terminar este caso con el análisis de la última posibilidad de distribución de los reajustes dentro de An = 2n-1 cuando n es igual a 3.



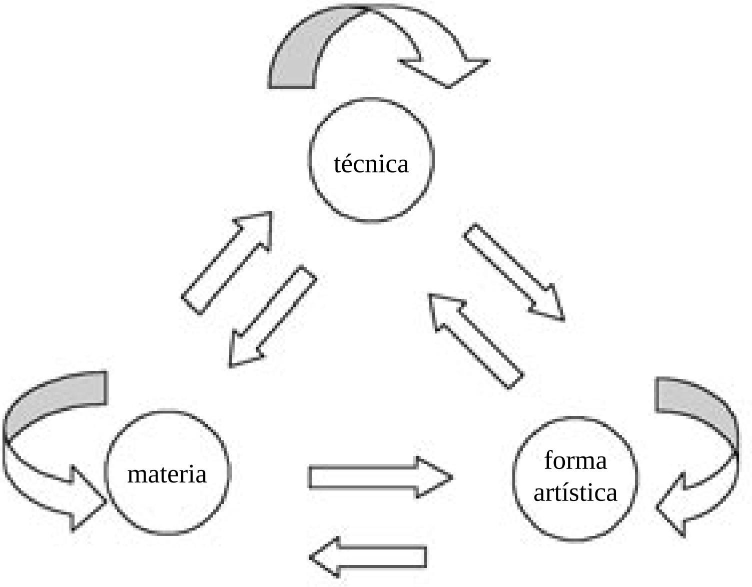
Haremos uso de esta distribución para insistir en la acción del hombre como causante de la degradación del medio ambiente y el peligro de la desertización:



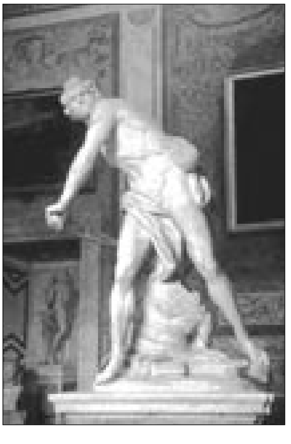
Las posibilidades didácticas de las sucesiones son evidentes puesto que, partiendo de una distribución de elementos y reajustes, hemos establecido un umbral (término general de una sucesión matemática), le hemos dado una denominación, lo hemos aplicado a un campo geográfico concreto (la erosión) y en ese mismo umbral hemos establecido distribuciones diferentes de los reajustes explicando con cada caso distintas visiones sobre los procesos erosivos.

Caso 4º) La creación de la obra artística

Pasemos ahora al análisis de objetos de estudio desde la "óptica" de tres elementos, como ocurre en el ámbito del arte, en el que nos encontramos con la relación formada a partir de los conceptos de técnica, materia y forma artística.

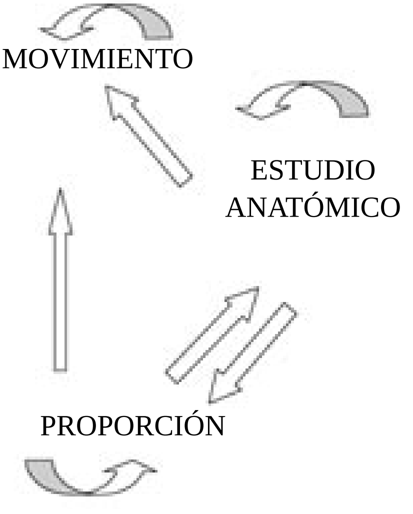


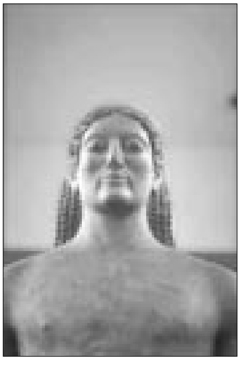
Antes de comenzar el trabajo el artista tiene definida su técnica, la materia y la forma que quiere obtener, no obstante, en la interrelación que se produce en el proceso artístico comprobamos cómo cada uno de los elementos va ayudando a definirse a los otros. Así, la materia influye en la forma artística, pues ésta no es posible obtenerla de cualquier material. Ya la propia selección de la materia a emplear es explícita de una cierta intencionalidad en busca de determinados efectos expresivos. Podríamos decir que la materia "habla" al artista sugiriéndole las posibilidades estéticas que puede extraer de ella. De la misma manera, la forma artística va materializándose por medio de la técnica que, a su vez, va perfeccionándose y adquiriendo un mayor conocimiento de los materiales y sus posibilidades. (13)

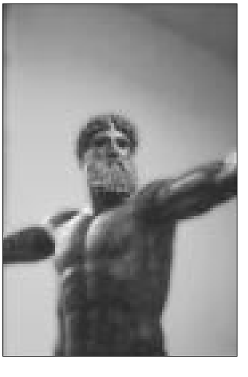


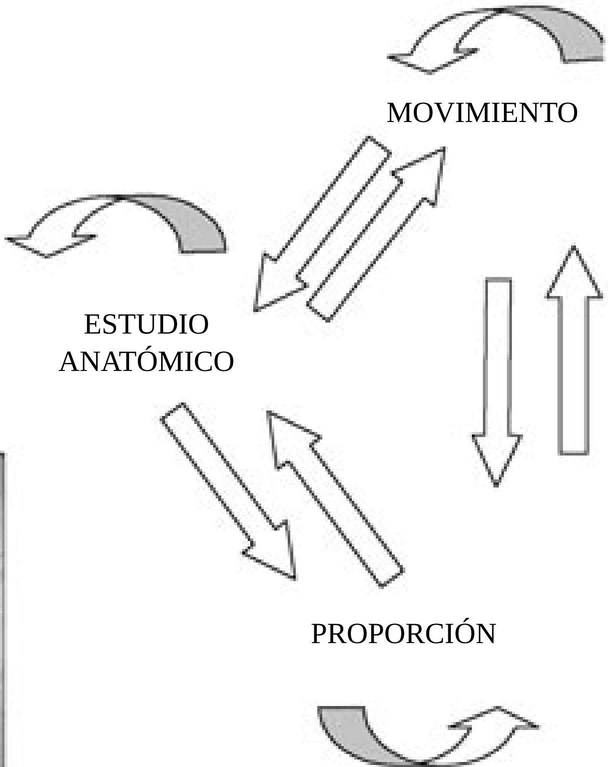
Si pintamos con la técnica de la acuarela deberemos tener cuidado en su aplicación, pues si nos equivocamos no podremos corregir. No ocurre lo mismo con la técnica del óleo que ya permitía a los pintores renacentistas y barrocos los “arrepentimientos” o correcciones sobre la marcha. De igual forma, si pensamos en las posibilidades constructivas que se introdujeron con el uso de la bóveda de crucería y los arbotantes durante la época gótica, comprenderemos mejor las razones que explican la altura que alcanzan las catedrales medievales. La forma artística y la técnica al servicio de Dios. No ocurrió lo mismo durante el siglo XI, tiempo en el que la falta de estos conocimientos obligó a los arquitectos a utilizar la bóveda de cañón más pesada y con mayores limitaciones.

Los reajustes encuentran también en la historia del arte un amplio campo de aplicaciones si tenemos en cuenta que la evolución de los estilos ha pasado por estadios o umbrales muy definidos. El arte griego (etapa arcaica, clásica, helenística), el arte hispano-musulmán (arte califal, reinos taifas, invasiones del norte de África, período nazarí), el arte renacentista y barroco, el arte del siglo XIX, etc.









Observa las tres figuras anteriores y responde a estas cuestiones:

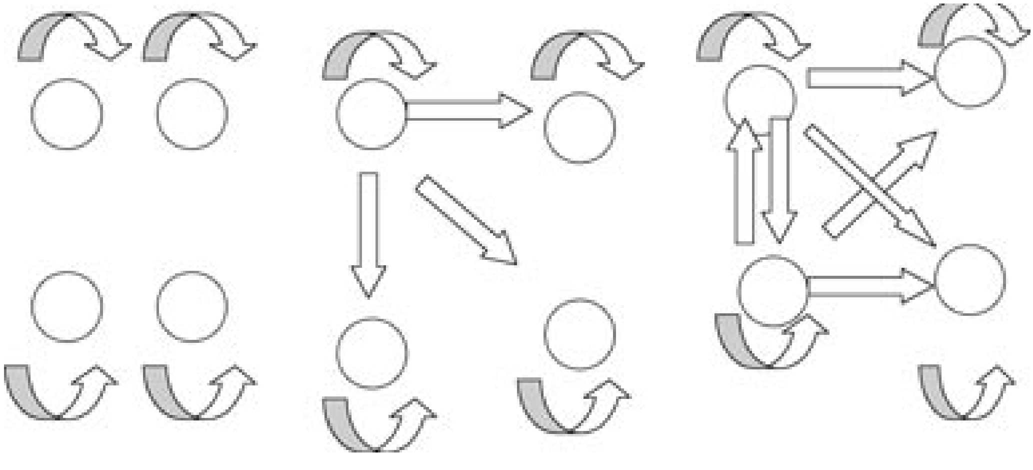
1ª) ¿Por qué el estudio anatómico aparece sin definir en la primera fotografía?

2ª) En la segunda imagen aparece definido y diferenciado el estudio anatómico frente al movimiento, ¿Crees que esto querrá decir que al escultor le ha preocupado conseguir una cosa más que otra?

3ª) ¿Por qué aparecen todos los conceptos relacionados en la tercera imagen?.

XII) Algunas predicciones según nuestro juego

A) Todo sistema que tienda a perder su grado mínimo de complejidad, organización y definición se encuentra en un *proceso crítico*. Es decir, en situación de desaparecer como sistema, tanto más acusado cuanto más próximo esté de su indefinición.



An = n   An = 2n - 1   An = 3n - 2

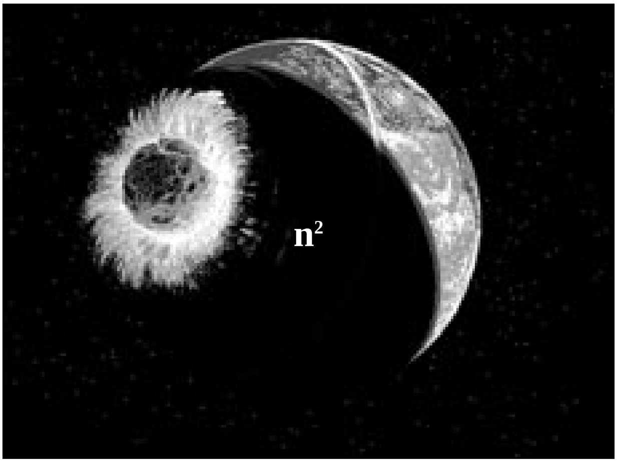
Imagina algunos casos en los que se cumpla esta afirmación y otros en los que no.

B) El principio de complejidad creciente nos lleva a pensar que todos los sistemas tienden a n^2, y, por lo tanto, esta teoría parte de esa hipótesis.

C) El caos, al igual que el máximo grado de organización (orden), viene dado por la tendencia de los elementos de un sistema hacia n^2.

La diferencia entre uno y otro estriba en la percepción que tenemos de ellos. Para el hombre, el caos es sinónimo de encuentros azarosos imposibles de predecir salvo por métodos probabilistas. La organización, en el sentido de que todos los elementos tienen una razón, función de existencia junto o frente al otro es concebida como objeto mensurable, mejorable, etc.

El hombre intenta encontrar las leyes explicativas de n^2 para que no se dé su dimensión caótica.

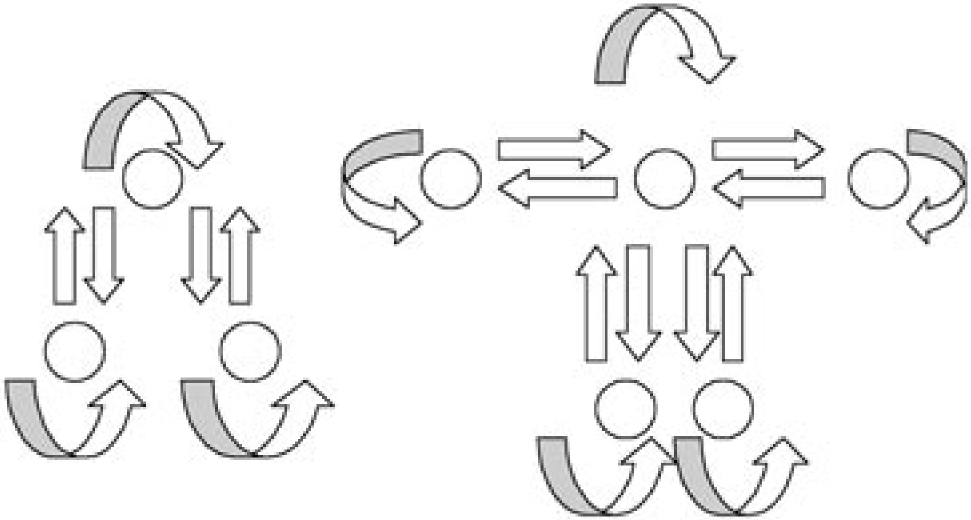


XIII) Ejercicios y actividades

1º) Veamos qué dotes científicas posees. Completa el siguiente cuadro señalando la casilla que, a tu juicio, se corresponda con las actitudes y actividades de los científicos y de los no científicos. (14)

	CIENTÍFICOS		NO CIENTÍFICOS	
ACTITUDES Y ACTIVIDADES CARACTERÍSTICAS	SÍ	NO	SÍ	NO
Admitir la propia ignorancia, y de ahí la necesidad de más investigación.				
Encontrar el campo propio difícil y lleno de lagunas.				
Avanzar proponiendo y resolviendo problemas.				
Acoger bien las nuevas ideas y métodos.				
Proponer y ensayar nuevas hipótesis.				
Intentar encontrar o aplicar leyes.				
Apreciar y cuidar la unidad de la ciencia.				
Confiar en la lógica.				
Usar las matemáticas.				
Recoger o usar datos empíricos.				
Atender a los contraejemplos.				
Inventar o aplicar procedimientos objetivos de control.				
Favorecer contactos estrechos con otros campos.				
Actualizar la propia información.				
Solicitar comentarios críticos de otros colegas e investigadores.				
Desear alcanzar celebridad instantánea.				

2ª) Dentro de nuestro juego, ¿a qué término general correspondería la siguiente distribución de puntos y flechas? Encuentra un ejemplo en la realidad al que podría aplicarse.



3º) Explicar la razón que justifica los términos de la sucesión de Fibonacci (1, 1, 2, 3, 5, 8 ,…).

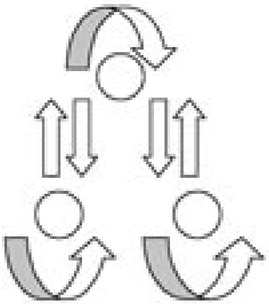
4ª) ¿Por qué decimos que la red de internet tiende a la sucesión cuyo término general es $An = n^2$?

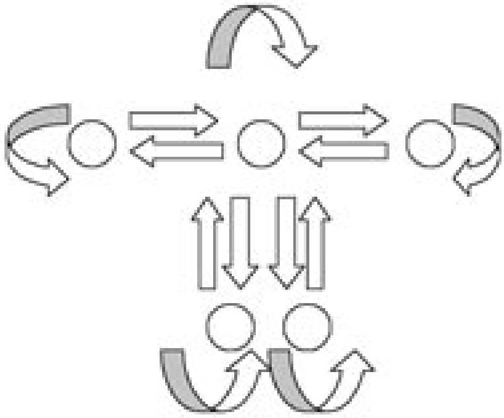
1ª) SOLUCIÓN

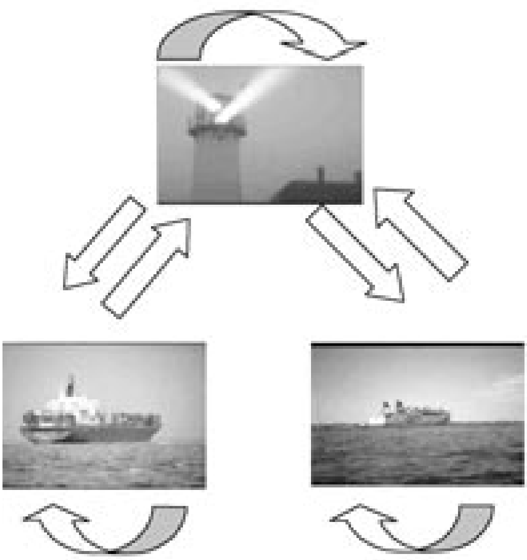
	CIENTÍFICOS		NO CIENTÍFICOS	
ACTITUDES Y ACTIVIDADES CARACTERÍSTICAS	SÍ	NO	SÍ	NO
Admitir la propia ignorancia, y de ahí la necesidad de más investigación.	X			X
Encontrar el campo propio difícil y lleno de lagunas.	X			X
Avanzar proponiendo y resolviendo problemas.	X			X
Acoger bien las nuevas ideas y métodos.	X			X
Proponer y ensayar nuevas hipótesis.	X			X
Intentar encontrar o aplicar leyes.	X			X
Apreciar y cuidar la unidad de la ciencia.	X			X
Confiar en la lógica.	X			X
Usar las matemáticas.	X			X
Recoger o usar datos empíricos.	X			X
Atender a los contraejemplos.	X			X
Inventar o aplicar procedimientos objetivos de control.	X			X
Favorecer contactos estrechos con otros campos.	X			X
Actualizar la propia información.	X			X
Solicitar comentarios críticos de otros colegas e investigadores.	X			X
Desear alcanzar celebridad instantánea.		X	X	

2ª) SOLUCIÓN

Correspondería al término general An = 3n-2 y algunos ejemplos a los que podría aplicarse esta distribución son:







Se trata del término general que señala el sistema en el que hay un elemento definido y diferenciado frente a los otros, que, a su vez, aparecen definidos y diferenciados sólo respecto a él.

3ª) SOLUCIÓN

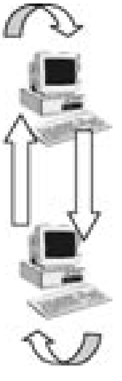
En la sucesión 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, etc. se reconoce la célebre sucesión de Fibonacci que, como dijimos, tiende a una progresión geométrica que tiene por razón el número áureo: 1,61803…

Busca en el capítulo correspondiente la definición de razón de una progresión geométrica y tendrás la solución.

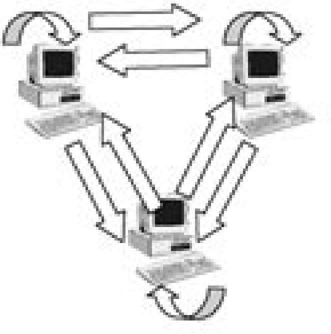
4ª) SOLUCIÓN

La red de internet se caracteriza porque los elementos que la componen tienen la posibilidad de conectarse entre ellos y, por lo tanto, cumple la sucesión cuyo término general es $A_n = n^2$ conexiones o reajustes.

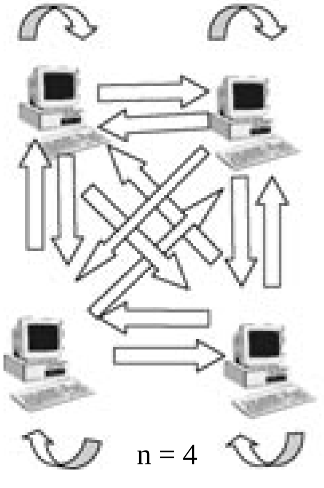
n = 1



n = 2



n = 3



n = 4

n = 5

XIV) Bibliografía

(1) José Ferrater Mora; *Diccionario de Filosofía*, Círculo de Lectores, Barcelona 1991.

(2) J.R. Vizmanos y M. Anzola; *Matemáticas Algoritmo 2 BUP*, editorial S.M. Madrid 1997.

(3) MEDIASAT GROUP; *El Profesor MULTIMEDIA 4º E.S.O.*

(4) Hervé Le Bras; **La aritmética de la población**, *MUNDO CIENTÍFICO*, nº 162, noviembre 1995.

(5) J.R. Vizmanos y M. Anzola, ídem.

(6) René Descartes; *Discurso del método*, Alianza Editorial, Madrid 1986.

(7) Carl Sagan; *La conexión cósmica*, Ediciones Orbis, Barcelona 1987,

(8) Antonio Rodríguez de las Heras, Seminario para la investigación del conflicto, Cáceres 1986.

(9) Rufino Rodríguez Sánchez; *Hacia una teoría de reajustes en geografía*, Tesina de licenciatura que obtuvo la calificación de sobresaliente, Cáceres 1987, inédita.

Los límites de la teorización en Ciencias Sociales, *Norba, III Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Universidad de Extremadura, Cáceres 1989.

Elaboració dún model teóric a partir de la teoría general dels sistemes i la teoria dels conjunts borrosos. *IXe Encontre déstudiants de geografía i joves geógrafs*, Generalitat de Catalunya, Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnológica, CIRIT, Barcelona.

(10) Antonio Rodríguez de las Heras, *El poder y la palabra*, SIC, Universidad de Extremadura, Cáceres 1986.

(11) Manuel Toharia Cortés; *Tiempo y Clima*, Temas Clave Salvat, Barcelona 1985.

(12) Francisco Mochón; *Economía Básica*, editorial McGraw-Hill, Madrid 1992.

(13) J.Mª de Azcarate y otros, Historia del Arte, Anaya, Madrid 1980.

(14) Mario Bunge; **¿Cómo desenmascarar falsos científicos?**, *Los Cuadernos del Norte*, nº 15, octubre 1982.

(*Las imágenes que ilustran este trabajo están sacadas de 205.000 Corel Gallery Magic.)*