



ABRIR INCIDENCIAS TECNOLÓGICAS

*INCIDENCIAS
CIENTÍFICAS*

La ciencia positiva estaba triunfante aún en aquella frase de Max Planck - "*Real es lo que se deja medir*" - y crearon en nuestra época, una revolución comparable en extensión y consecuencias a la revolución industrial del siglo XIX, en la que se profundiza la percepción del entorno, creándose un estudio de la realidad que al observar sus maneras de aparecer renuncia en gran parte a la pura comparación, dando más valor asertivo a la propensión. Asistimos de lleno dentro de la consideración de lo real como inmutable, al *derrumbe de la realidad* concepto con el que, en el epílogo de su historia de la cultura, Egon Friedl avanzaba en la afirmación de que el derrumbe de la realidad venía a ser como el desmoronamiento de la cultura y su lápida. Efectivamente, la simple noción de realidad, era semejante a la cabeza de una hidra, que aunque se reconstruyese deliberadamente en diversas direcciones, siempre se volvería a crear con múltiples cabezas. Esto da lugar a que dicho estudio alcance diversas versiones y a partir de esto se justifica la afirmación de E. H. Gombrich que, en su libro "*Arte e Ilusión*", señalando las fronteras entre verdad y semejanza, asegura:

"Pintar es una polémica activa con el mundo y así el artista antes verá lo que pinta, que pintará lo que vé".

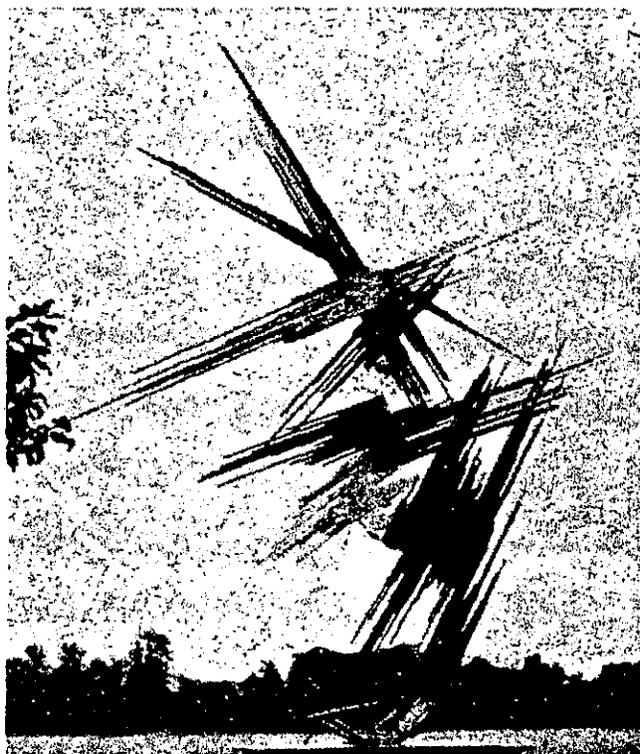


Ilustración 1 Realización estereográfica

Esta apropiación de la realidad según su constitución formal, avanza desde la observación personal hasta los espacios pictóricos (psicológico o físico) de cualquier interpretación del espacio, armónica o individualmente percibido.

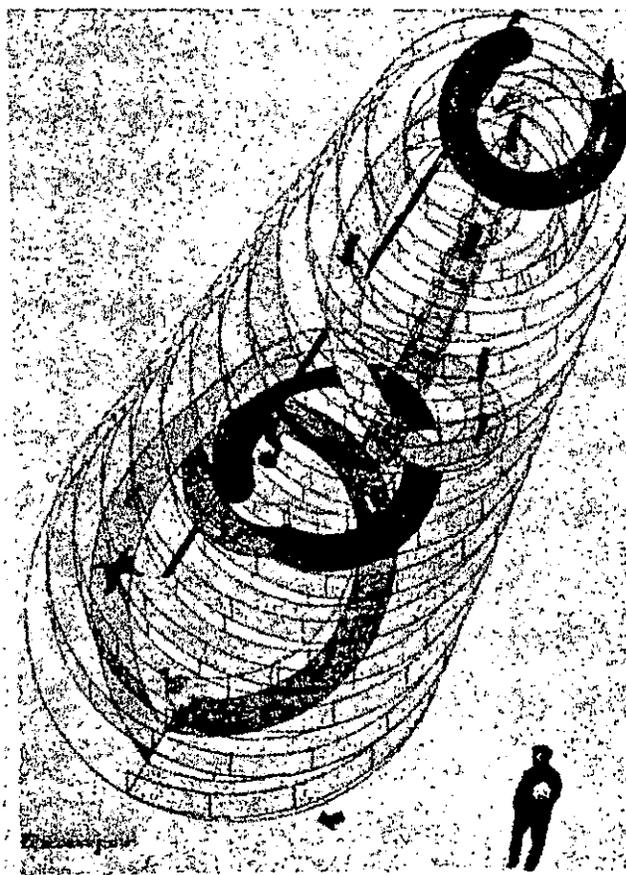


Ilustración 2 Líneas gráficas de una ejecución práctica

Se pueden explorar algunas de las líneas que se proponen para explicar el origen de las ideas científicas y como tal examinar algunos casos que contribuyen a iluminar el proceso científico, mundial en general, necesario para la interpretación de la cultura.

Un punto de vista muy extendido es creer que la creatividad en la ciencia, una de dos o se basa en la epistemología evolutiva o tiene un origen semejante a la creación artística (o es *rollo* o es *camelo*, como dirían los estudiantes).

Esta última concepción tiene en su contra el hecho de que la creación artística es algo muy diferente de la creación científica y esto desde los tiempos de Tales de Mileto que vivió aproximadamente hacia el año 600 antes de Cristo. Es el primero de todos los sabios conocidos que intentó explicar el mundo no desde los mitos, sino en términos más reales, con planteos que podían ser susceptibles de verificación. Se preguntaba, ¿de qué podía estar hecho el mundo?. Su respuesta fue: "*de agua*" pues la naturaleza, las nubes y los ríos eran agua en su composición básica y además el agua era esencial para la vida. Tales de Mileto, con pensamientos que constituyen con frecuencia la esencia de la ciencia, inicia tímidamente un comienzo de experimentación. Aunque concediéndole el honor de ser el primer científico de la historia, también hay que reconocer que era filósofo y como tal heredero de una tradición intelectual. Mileto, la ciudad en la que vivía Tales, era el principal puerto y el mercado más rico de Jonia, mantenía relaciones con Fenicia, Egipto y otros muchos países. Ya de por sí, producir la transición desde explicaciones míticas a explicaciones experimentales, abiertas al análisis, representaba un cambio muy importante; aunque los mitos ofrecen explicaciones sobre "cómo y por qué", son réplicas incompletas, puesto que el problema que abordan no se plantea explícitamente y los supuestos de la réplica son un tanto arbitrarios. Junto a los nuevos tipos de explicación, no se producía la valoración crítica de la naturaleza de la propia explicación, ni de

la exigencia de cierta coherencia adecuada en las réplicas. Últimos estudios confirman que el pensamiento científico difiere del pensamiento artístico, no sólo en los conceptos utilizados sino en el hecho de que la respuesta ha de constituir una explicación satisfactoria. Otra diferencia, radica en el hecho y el propósito de la pregunta que anima al pensamiento científico que es diferente de la que anima al pensamiento artístico, o si preferimos decirlo de otro modo, *cotidiano* que son mas limitadas y, aunque parezca un contrasentido, a la vez más universales.

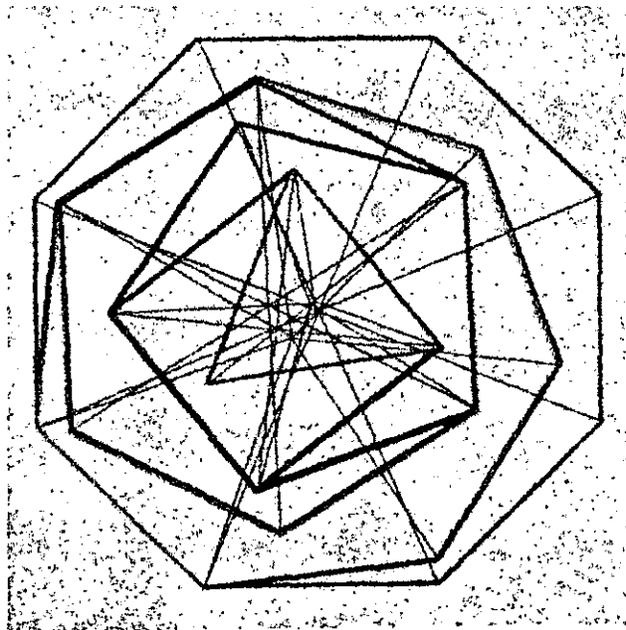


Ilustración 3 Visión estética bidimensional de un conjunto lineal gráfico



Ilustración 4 Esquema pictórico de una realización gráfica de tipo expresionista

Las divergencias entre ambas maneras de pensar constituyen los argumentos más sólidos para explicar la divergencia entre el sentido común y la ciencia. La ciencia en su conjunto resulta totalmente irrelevante para la vida cotidiana de la mayoría de las personas; uno puede vivir perfectamente sin conocer la mecánica newtoniana, la teoría celular, el ADN y otros aspectos de la ciencia. Pero por otro lado la ciencia en sí, puede enriquecer la vida de cada uno, y en la sociedad moderna el conocimiento es capital para tomar numerosas decisiones que afectan a nuestras vidas. Como es lógico, los científicos también son creativos y necesitan una vívida imaginación intuitiva, pero su creatividad no está necesariamente relacionada con la

creaciones artísticas, aunque el nivel que incluyen casi todas las actividades humanas de las que depende las resoluciones de problemas, se acercan a un nivel que no por bajo puede ser menos extenso, ya que este nivel incluye casi todas las actividades humanas, desde la contabilidad al tenis, y eso explica que también la creatividad cotidiana suele ser intensamente personal, si bien una obra de arte sea susceptible de interpretaciones múltiples mientras que los descubrimientos científicos tienen un significado estrictamente definido. Las creaciones artísticas giran en torno a experiencias singulares, con frecuencia internas, mientras las científicas intentan alcanzar aspectos generales y se interesan por ideas aplicables a un ámbito más extenso. Dadas todas estas diferencias, se deberían tratar con profunda desconfianza las afirmaciones de la existencia de una similitud inicial, entre la creatividad científica y la artística. En todos los casos los avances de la creatividad científica, se apoyan también en un marco imaginativo; imaginativo sí, aunque *racional*.

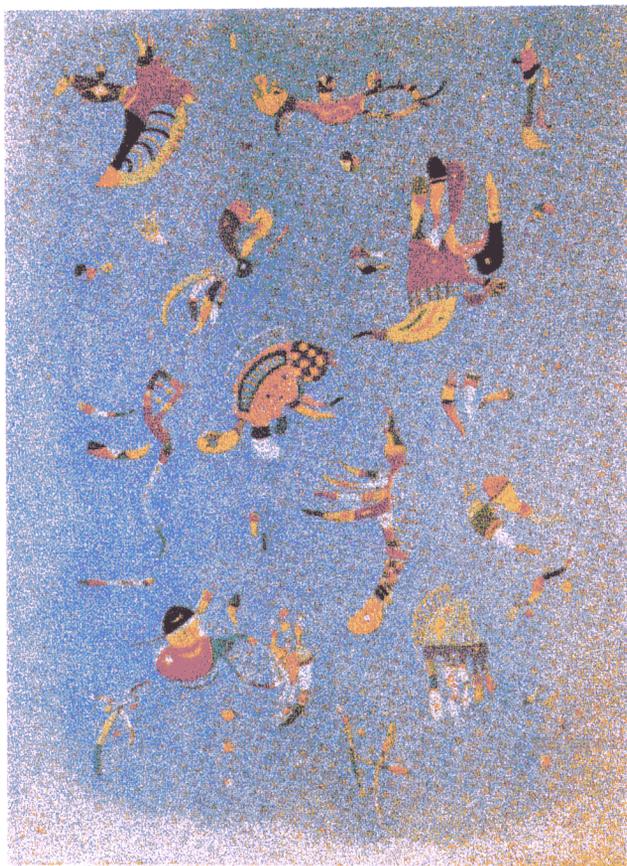


Ilustración 5 Visión ingénu

En todas las ramas de la ciencia hay muchos aspectos que deben ser primero estudiados y comprendidos a un nivel racional, doctrinal, metodológico, simplemente para que las preguntas iniciales puedan ser formuladas, antes de plantearnos la generación de nuevas ideas.

Es muy común que los científicos, especialmente los físicos, crean que la ciencia avanza mediante conjeturas: pero si estas no concuerdan con el primer experimento

efectuado, se concluye que la ley no era correcta, estaba equivocada. Esta afirmación tan sencilla, contiene la clave de la ciencia y según Karl Popper, la base de la *falsación*. Corresponde a este mismo filósofo el haber puesto de relieve el carácter *imaginativo* del pensamiento científico. En los casos en los que la *iluminación* científica se produce, es evidente que esta fué precedida por un largo período de estudio intenso, de carácter consciente. El clásico e influyente relato de Kekulé sobre cómo soñó con serpientes que se mordían la cola, antes de descubrir el anillo de benceno formado por seis átomos de carbono, de tanta importancia para la química orgánica, puede tener menos que ver con el ensueño de lo que a él mismo le gustaba hacernos creer, y su consejo de "aprendamos a soñar, caballeros" puede no haber sido demasiado acertado, ya que tales intuiciones distan mucho de ser fortuitas y dependen de que antes se haya pensado mucho y se haya realizado una importante labor de preparación.

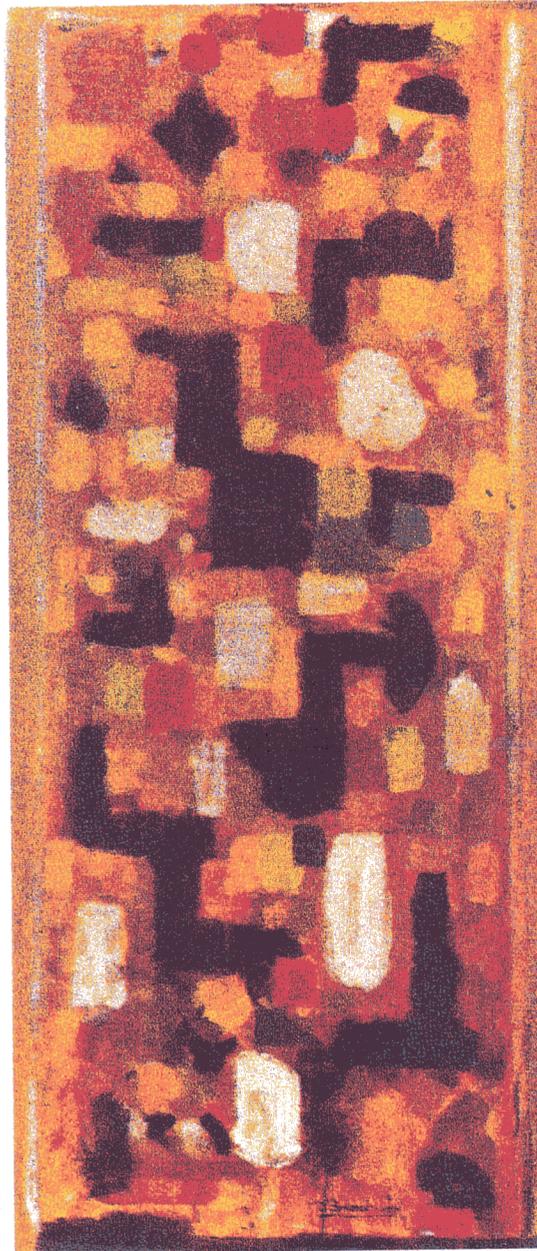


Ilustración 6 Visión pictórica en esquematización cromática

Últimamente muchos premios Nobel de economía sostiene un punto de vista que contrasta con el enfoque imaginativo-artístico de los científicos respecto a la creatividad.

Dichos científicos mantienen la hipótesis fundamental de considerar la ciencia un proceso social, y el descubrir los problemas y formularlos de manera precisa forma parte integral de la misma. Igualmente, sugieren que la resolución de problemas ("descubrirlos y formularlos de manera precisa") son a la vez parte integrante de la ciencia y de la investigación. La búsqueda de una solución en tales casos no es un proceso aleatorio, de *ensayo y error*, considerando que esta investigación no está guiada de un modo empírico, sino por una parte propia de la misma epistemología, la *heurística* o arte de la invención. La capital aportación de tales ideas no suele ser ni casual, ni estadística ni sólo pragmática, más bien tienden a llamar la atención hacia el conocido y dramático hecho del estado actual de la ciencia y la información básica, utilizando los distintos medios de información en torno al arte. ¿Que no estamos preparados para la ciencia, los que procedemos de la cultura artístico-literaria?, eso es evidente tanto como la recíproca falta de preparación humanística de quienes provienen de la cultura científico-técnica. ¿Que nuestros ejemplos serán de escuela primaria y que habrá errores, desenfoces y meros balbuceos?, lo damos por descontado, pero alguien había de intentar empezar la confrontación.

La cuestión es importante, pues el único punto de contacto existente hoy entre las dos culturas (en su doble aspecto: que separa por una parte la artístico-literaria y por otra la científico-técnica) está hoy en manos peligrosamente tecnocráticas, al servicio de la civilización de consumo, tal y como sucede con las artes publicitarias, el diseño industrial, etc ... No son los artistas ni los científicos quienes establecen hoy la relación entre las artes y las ciencias, según niveles actualizados, sino los expertos al servicio de la masificación y de los valores de la

sociedad de consumo. La ciencia justifica sus propios valores adentrándose cada vez más en el hallazgo de la realidad, incluyendo en ella los campos de visión, de la percepción, de la comunicación, de las estructuras y los comportamientos de la psicología. ¿Y el arte?, ¿cómo puede pretender comunicarse eficazmente ignorando lo que por ahora se sabe de los fundamentos y procesos de la propia comunicación, incluyendo las características básicas de la percepción?. La divulgación ha de tener deficiencias y equivocaciones. Precisamente, la exposición que sigue no se hace para exhibir resultados, sino para que se resalten los errores y para que nos sean señaladas las rectificaciones y las adiciones que deberemos considerar en lo sucesivo. Dicho del modo más sencillo, la orientación general de nuestro propósito tiene tres caminos:

- **Primero:** no es conceptual ni doctrinaria sino metodológica.

- **Segundo:** la comunicación a nivel complejo, puede constituir un escalón posterior (de igual modo que emitir ruidos y sonidos pueden dar lugar a signos, significados y lenguajes, que sólo ulteriormente pasan a ser considerados como música o como texto propedeúico).

- **Tercero:** la metodología es aquí un modo de proceder, donde ciencia y arte deben coincidir y encontrar idénticos apoyos para investigar, al servicio del hombre y del progreso, acordes con el real funcionamiento psicofísico de nuestros sentidos, nuestra mente y nuestra experiencia

Así por ejemplo, son estructuras las construcciones de configuración prevista. Aunque estas estructuras carezcan de carácter *demostrativo*, son interesantes como punto de apoyo *ilustrativo* para una explicación inicial de la fenomenología estética. Las eventuales relaciones, sean estas analógicas o diferenciales, entre las configuraciones descriptivas y las estructuras naturales, han de ser tenidas en cuenta no solo como explicaciones racionales de la fenomenología estética sino como relaciones importantes entre las configuraciones descriptivas de su naturaleza, incluyendo en estas las fórmulas matemáticas o químicas, las gráficas de determinados procesos. Puede verse así la gran utilidad de los ordenadores, con una velocidad que les permite mayor anticipación para conocer los resultados de los cálculos, así como la obtención de las formas gráficas de los mismos (a este respecto, consideramos válido lo estudiado bajo el concepto de *"El arte asistido por ordenador"*, que figura en este estudio).

Recurriendo a un principio establecido por Bertrand Russell en sus ensayos filosóficos, bajo el título de *"La Inferencia no demostrativa"*, podemos leer:

"A menos que podamos saber algo sin necesidad de saberlo todo, es obvio que (sin ello) jamás podremos saber algo".

Nos tienta esta ley y nos inclina a dar una forma más corriente, de dominio público y aceptado: lo mismo que se suele decir *"calumnia, que algo queda"*, nosotros osamos decir *"divulga, que algo se enseña"* y en este sentido va nuestro estudio, con el fin de llenar

esos inevitables *vacíos culturales* que pesan sobre nuestras vidas, (o deberían pesar, aunque a veces sin crearnos "mala conciencia", porque somos fáciles de conformar) a propósito de la ciencia y la creación estética. No podemos dejar de referirnos a una actividad que une a ambas y que bien puede constituir un capítulo que hasta ahora no hemos tratado: queremos hablar de la *ciencia-ficción*, a la que llamaremos *C-F* (usando la práctica corriente, con objeto de ahorrar letras).

Se entiende por tal C-F *"un modo que tiene el ser humano de conocerse a sí mismo y su entorno a través de la observación, la hipótesis y la experimentación"* definición debida a Brian Attenbrough. Se admite que fué el año 1.818, en el que publicó Mary Shelley su *"Frankenstein"*, la fecha del libro que inauguró el género. El mismo Carl Malmgren, al dar la definición de Attenbrough establece la diferencia que separara una narración de C-F de un simple cuento de hadas, al añadir a la primera definición otra debida a Samuel R. Delauny que dice:

"... but the episteme was always the secondary hero of the s-f novel in the same way that the landscape was always the primary one".

Traducido al castellano:

"... pero la ciencia será siempre el tema secundario de la novela de C-F, del mismo modo que el paisaje ambiente será siempre el primero".

Otros tratadistas aseguran por su parte que desde los tiempos de Galileo a nuestros días se pueden encontrar modelos de C-F en todas las literaturas. Personalmente, y por lo que se refiere a la española, desde los siglos XII y XIII, hacemos la misma afirmación. Hay mucha literatura española de esas épocas, libros de caballerías, de milagros y de historias heroicas, que limitándonos solo a su manera de hacer descripciones y valorar el tiempo y el espacio y teniendo en cuenta todo aquello que se resuelve sólo en acción imaginativa, quizá podríamos hallar en dichos libros una C-F anticipada. Consideramos que en dichas historias habría que cambiar mucho para hacer un libro de C-F de algo concebido para otra cosa.

Aún hay otro concepto a tener en cuenta si hablamos de C-F, y es de la *Fantasia Científica*. Esta se apoya en unas circunstancias bien conocidas: las enormes diferencias de tamaño y tiempo que separan los sucesos físicos que integran nuestras vivencias cotidianas si los comparamos con los del mundo físico que nos rodea. Hasta podríamos decir que uno de los grandes triunfos de la geología del siglo XIX consistió en reconocer que la existencia de las grandes montañas y los profundos valles y desfiladeros no se debía a fuerzas distintas y más poderosas que las que conocemos hoy, sino que su acción se había ejercido a lo largo de millones de años, así como que la mentalidad ingenua de los niños, que consideran las fuerzas naturales como dotadas de un voluntarismo y un artificialismo obvio, como si la

naturaleza estuviese llena de propósitos y dotada de su propio albedrío, no pasan de ser una consecuencia de su visión del mundo lleno de movimientos espontáneos y fuerzas vivas - Jean Piaget "dixit". Incluso la visión científica en la C-F está más próxima de las explicaciones de la física que del personalismo poderoso del cuento infantil con sus ogros, gigantes, trasgos, brujas, duendes "et allia". Muy otra cosa es que la *fantasía deseable* o *wishful thinking*, tanto en pequeños como en adultos, necesite la suspensión de las leyes naturales lo mismo si el "deus ex machina" forma parte de una mitología propia que de una física metodológicamente correcta. Carl D. Malmgren hace mención de una carta de Julio Verne que no hemos podido verificar, en la que dice:

"I make use of physics. He (H.G. Wells) invents".

Kingsley Amis refiere unas cuantas ideas frecuentemente encontradas en la C-F tales como la máquina del tiempo, el elixir de invisibilidad, la invasión de los marcianos etc ... que no pueden presentar ningún correlato científico y que sólo se exhiben como novedades. Estos ejemplos demuestran hasta qué punto puede resultar difícil el razonamiento formal, sin hacer entrar pura y simplemente la imaginación. Con lo que se invalida hasta cierto punto el uso o no uso de esta, a la hora de hallar la diferencia entre C-F y F-C o para evitar anfibologías, entre Ciencia-Ficción y la Fantasía-Científica.

Fractales

Bajo el nombre de fractales acuñado por B.Mandelbrot en los años 70, se suelen entender ciertas realidades matemáticas con rasgos comunes, si bien las definiciones concretas no son aplicables, todas ellas, a los mismos casos, que aún sí a las mismas ideas. Lo característico de las estructuras fractales es la iteración infinita del proceso simple que da lugar a las expresiones matemáticas en cuestión. A las generalidades de naturaleza estática, características de la geometría habitual, se incorpora el dinamismo de los procesos infinitos, introducidos en la matemática con el análisis moderno. Los matemáticos comenzaron a percibir, primero, la belleza, la armonía, la diversidad de tales creaciones y luego a conocerlos más, así como su semejanza con procesos y formas de la naturaleza misma.

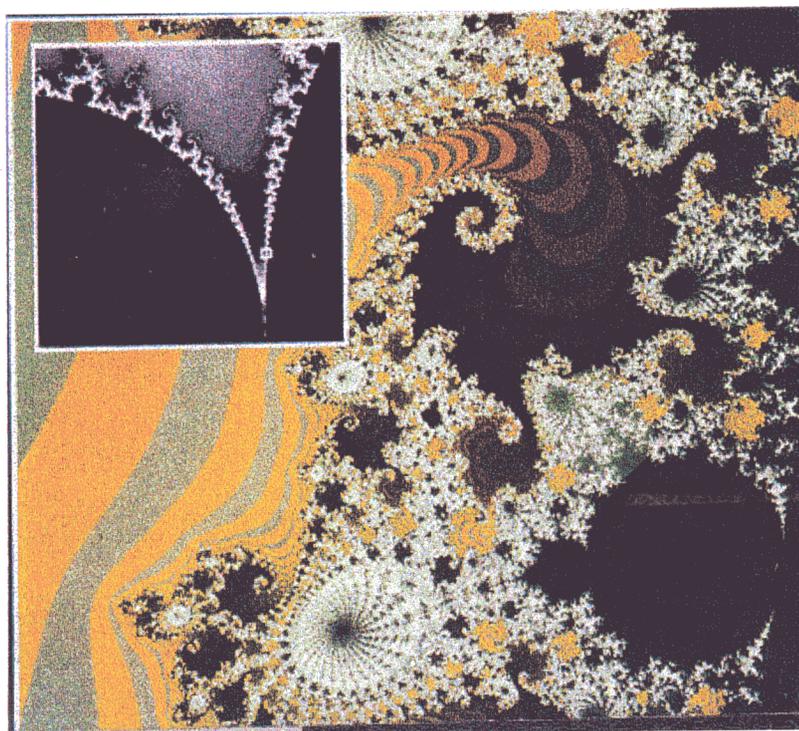


Ilustración 1 Fractales: Imagen parcial semejante a la imagen total

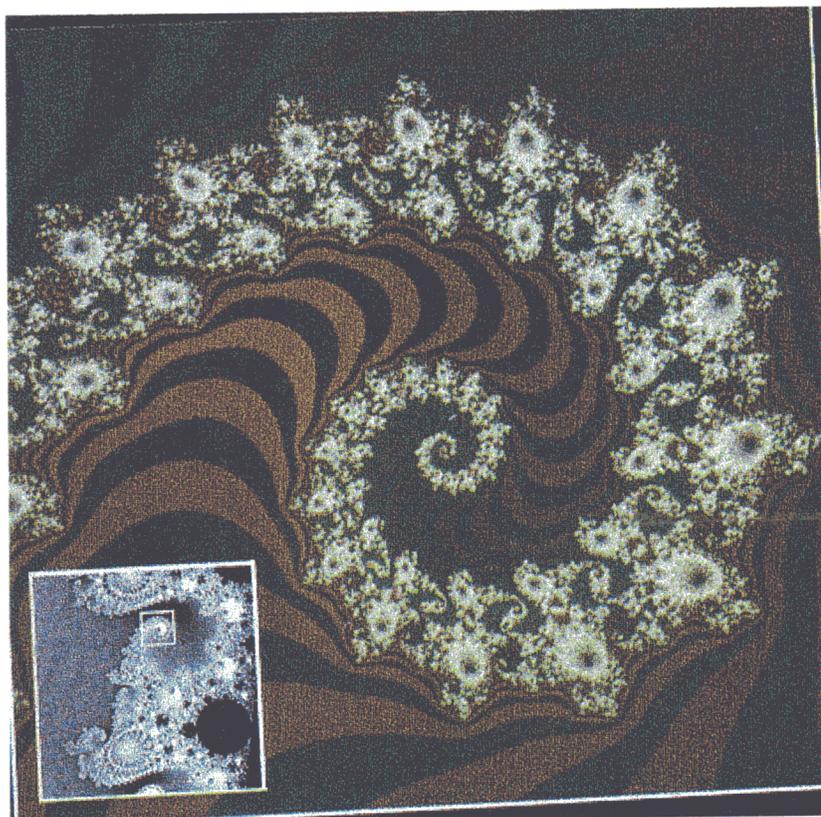


Ilustración 2 Fractales: Imagen parcial semejante a la imagen total

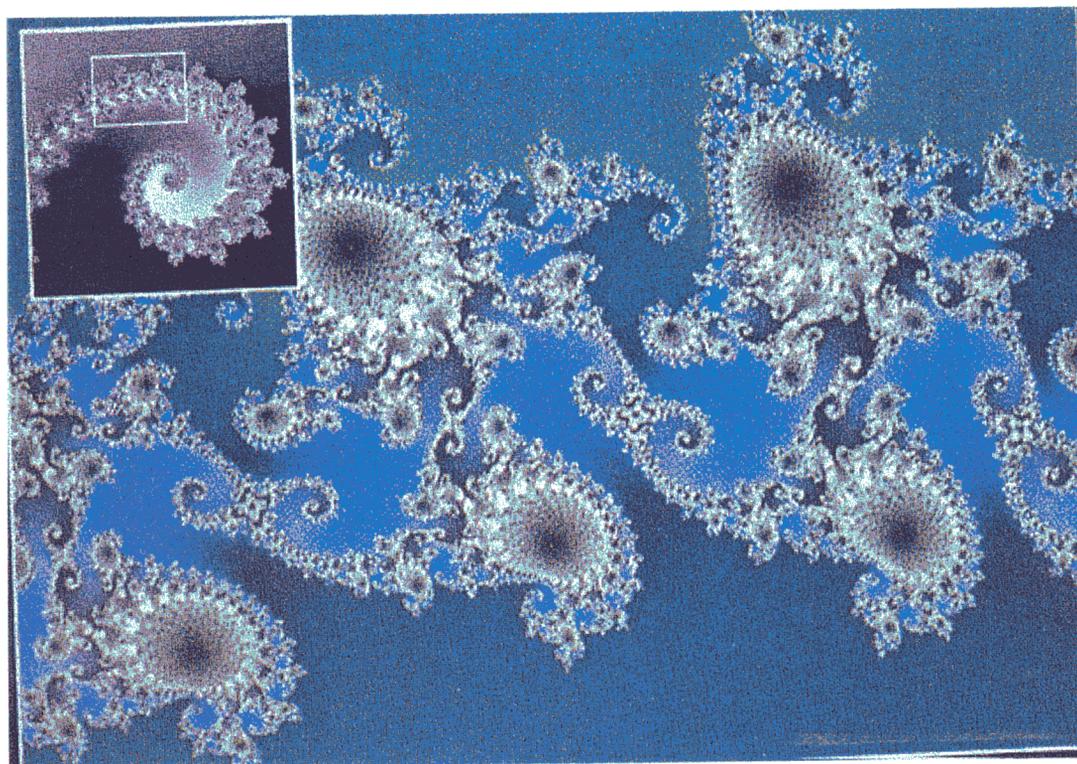


Ilustración 3 Fractal: Imagen parcial mostrando las mencionadas Colas de caballo de mar

Tratando de imponer una cierta sobriedad al tema, a la vez que de imponer un contenido teórico propiamente matemático, trataron de acreditar de riguroso el campo en el que los fractales se enmarcan. Existen razones poderosas de índole matemática, científica y tecnológica que estimulan la dedicación intensa de observación y estudio a las estructuras fractales. El gran auge que este tema ha experimentado en los últimos años, se debe en parte, a la introducción eficaz del ordenador como herramienta auxiliar (es una relación similar a la que tienen con la holografía moderna la existencia y el empleo del láser). El ordenador con su inmensa capacidad de realización rápida, es el instrumento ideal para llevar a la práctica tal tarea. Tiene enorme capacidad para realizar lo que en otros tiempos no eran más que

experimentos mentales, permitiéndole, a través de rápidos contrastes de sus intenciones, ayudar eficazmente a la formulación de teorías complicadas. El ordenador, con su versatilidad gráfica, su poder de resolución, ampliación, profundidad, colores, etc ... permite seguir los procesos iterativos de las estructuras fractales, hasta puntos del todo insospechados hace unas decenas de años. Incidentalmente advirtieron que existe un gran número de situaciones relacionados

- a) con la matemática misma,*
- b) con otras ciencias de la naturaleza,*
- c) con la tecnología y*
- d) con ciertos fenómenos naturales, en las que los fractales parecen ser la herramienta adecuada para el estudio profundo de ellos.*

Por ejemplo ciertos procesos de agregación molecular, siguen pautas que pueden ser modelizadas mediante las ideas que rigen la construcción de fractales.

Hablar de fractales es referirse en primera persona, a su creador Benito Mandelbrot y unas notas biográficas sobre el mismo parecen adecuadas en la introducción al estudio de los fractales. El medio de los economistas suministraba provisión constante de información a estudiar; los precios del algodón eran una fuente ideal de datos puesto que se conservan registros completos que se remontan a más de un siglo. El algodón formaba parte del universo de las ventas con un mercado centralizado, y por lo tanto con archivos unificados

desde fines de la centuria anterior, ya que todo el algodón del sur pasaba por la lonja neoyorkina, y los precios de Liverpool estaban vinculados a los de Nueva York. Se podía observar a primera vista que los cambios pequeños y transitorios no tenían nada en común con los grandes, a largo plazo. Los vaivenes acusados de los precios durante meses, años o decenios parecen sucederse por la intervención de profundas fuerzas macroeconómicas de manera tal que se podían organizar de un lado el zumbido de las fluctuaciones de vida corta, y por otro el pitido del cambio a largo plazo. Mandelbrot halló los asombrosos resultados que perseguía cuando pasó todos los datos de los precios del algodón por los ordenadores de la I.B.M. Cada cambio particular del precio era azaroso, pero la secuencia de los cambios no dependía de la escala, en conjunto se hermanaban perfectamente las curvas de los cambios diarios y las de los mensuales. Parecía increíble, pero según el análisis de Mandelbrot el grado de variación había permanecido constante durante un período de 60 tumultuosos años, que presenciaron dos guerras mundiales y una depresión económica, la de 1.929.

Había que reconocer que los conocimientos económicos de Mandelbrot eran tan parcos como su habilidad para entenderse con los economistas. El artículo que publicó sobre sus hallazgos tuvo que ser precedido por otro explicativo de uno de sus propios alumnos, economista él, que tuvo que repetir todo el material con el léxico propio de los expertos en esta disciplina. Porque Mandelbrot enseñó economía en Harvard, ingeniería en Yale, fisiología en la escuela Einstein de Medicina, etc ... Mandelbrot comentó después con orgullo:

"Al oír la lista de mis pasadas ocupaciones, llego a dudar de mi propia existencia. La intersección de tales conjuntos está (en mí) indudablemente vacía".

Nunca llegó a arraigar en ningún campo científico, fue siempre un extraño que abordaba de forma heterodoxa un rincón de las matemáticas, exploraba disciplinas con una acogida equívoca, disimulaba sus ideas más notables con el único fin de que sus artículos se publicaran y sobrevivía gracias a la confianza que su persona provocaba en los expertos. Efectuó incursiones en la economía y en general dejó tras sí ideas intrigantes, pero nunca obras bien fundadas. Nacido en Varsovia en 1.924, se trasladó a París con su familia en 1.936, atraído parcialmente por la presencia en aquella ciudad de su tío el matemático Szolem Mandelbrojt. Durante cierto tiempo, para vivir hubo de trabajar como aprendiz de un fabricante de herramientas, aunque bastaba hablar con él para comprender que estaba bien dotado de conocimientos. Tras la liberación de París, a pesar de no haberse preparado "ad hoc", se presentó a los exámenes orales y escritos, que duraban un mes, para ingresar en la Escuela Normal y en la Escuela Politécnica, (llamada, en corto, X) aprobando ambas pruebas (quien haya vivido el ambiente académico francés sabe lo que eso significa, baste decir que la lista de admitidos en ambas escuelas, al final de los exámenes se publica en la prensa diaria). En álgebra y análisis integral logró superar su falta de conocimientos con la ayuda de su intuición geométrica, pues había descubierto que casi siempre conseguía pensar en los problemas analíticos gracias a que una "figura" le surgía en la mente (sus notas bajas en los exámenes de

ingreso las tuvo en química, donde no podía recurrir a las imágenes). Mandelbrot empezó a estudiar en la Normal, pero la dejó al poco tiempo para pasarse a la "X". Por aquel entonces era ya miembro de "Bourbaki". Este era el nombre de un club de jóvenes matemáticos, fundado durante la primera guerra mundial por el tío de Mandelbrot. Era difícil conocer los nombres de todos sus componentes, ya que según habían pactado, cada miembro dimitía al llegar a los cincuenta años y era sustituido por otro, aun cuando se sabía que los miembros del club eran siempre los matemáticos mejores y más brillantes del momento, y su influencia no tardó en abarcar todo el continente europeo. El Club debía su nombre al de un general que vivió en el Siglo XIX, general francés de origen griego y estaba dotado (el club) de un cierto impulso secreto, misterioso y travieso que pronto le abandonó. En parte se creó como reacción a Poincaré, gran hombre de la segunda mitad del Siglo XIX, pensador de formidable producción al que el rigor preocupaba menos que a otros hombres de ciencia, (*"si sé que tengo razón, ¿porqué he de probarlo?"*, solía decir).



Ilustración 4 Gráfico que muestra las colas de caballo de un fractal complejo

El Club opinaba que Poincaré había legado una base deficiente e insegura a las matemáticas y sus miembros se aplicaron a escribir un enorme tratado, cada vez más fanático, para llevar al buen camino a su asignatura. El "quid" era su olvido del análisis lógico, pues según ellos los matemáticos debían comenzar con principios sólidos y deducir de ellos el resto. Y por encima de todo, Bourbaki rechazaba el empleo de figuras, (¡mal había de encontrarse allí Mandelbrot jr., que sacaba de las imágenes sus razonamientos!). Según ellos, la geometría podía engañar a cualquier matemático. Las matemáticas debían ser puras, formales, auténticas. Mandelbrot huyó de la Normale por esa misma razón, y luego de la "X" y de Francia por lo mismo. Al cabo de pocas décadas, la despiadada abstracción de Bourbaki agonizó a causa del ordenador, capaz de proporcionar una matemática "visible". Esto explica en parte porqué aceptó la hospitalidad que le ofreció el Centro de Investigaciones Thomas J. Watson - la I.B.M. - Mandelbrot había, durante treinta años disfrutado de la oscuridad de su propia eminencia, y jamás vio su obra aceptada en las muchas disciplinas a las que las destinó (cualquiera que haya tenido relación con I.B.M., sabe que la primera cosa que se recibe de tal firma, es un pequeño letrero con la inscripción "Think", inscripción plenamente adecuada para Mandelbrot, pues este fue el lema de toda su vida).

En el tiempo inicial en la firma, encontró un problema práctico que preocupaba a todos. Tenía perplejos a los ingenieros el ruido que había en las líneas telefónicas que transmitían información de un ordenador a otro. La corriente eléctrica llevaba la información en grupos aislados, y los ingenieros sabían que bastaba intensificar la corriente para que se

apagase el ruido con mayor eficacia, pero vieron que nunca llegaba a eliminarse cierto ruido espontáneo, que perduraba. De tarde en tarde, se anulaba y se producía un error. Si bien el ruido de transmisión era caprichoso, se sabía que llegaba en cúmulos; a períodos de transmisión impecables, sucedían otros ruidosos. Mandelbrot pronto se dio cuenta: en su esquema, los errores se acercaban a la difusión infinita. Además, descubrió una consistente relación geométrica entre las avalanchas de errores y los espacios correctos. Pero en escalas de una hora o de un segundo, la proporción entre ambos permanecía constante. Los ingenieros no estaban preparados para entender esta relación, los matemáticos sí. A Mandelbrot le bastaba con copiar un gráfico abstracto llamado *Conjunto de Cantor*. Esta descripción, del todo abstracta, tenía valor práctico para los científicos deseosos de optar entre modos diversos de perseguir el error.

Mandelbrot cambió así mismo la forma en que los ingenieros de I.B.M. pensaban sobre la causa del ruido. Las pautas de escala de Mandelbrot apuntaban a que jamás se explicaría el ruido achacándolo a hechos locales específicos. Volvió a concentrarse en datos estadísticos: empezó refiriéndose a los ríos. Los egipcios habían conservado durante milenios los registros de la altura del nivel del Nilo; unos años se desbordaba incontinentemente el río y otros su corriente se reducía: a esto dio Mandelbrot el nombre de *Efectos de Noé* y *Efectos de José*. El primero significaba discontinuidad; cuando se modifica una cantidad suele hacerse con rapidez arbitraria pero no a saltos. La imagen del movimiento se tomó de la física pero no era exacta del todo. El Efecto de José significaba persistencia, el conjunto era casi una ilustración de la premonición bíblica:

"Vienen siete años en que habrá abundancia en toda la tierra de Egipto.

Luego le sucederán siete años de hambre".

Mandelbrot reivindicaba los hechos, y su afirmación era que las formas tan raras de los gráficos gozaban de significado. Todos sabemos que un rayo se precipita sobre la tierra en zigzag, pero las distintas direcciones del rayo obedecen a una razón poderosa que les hace precipitarse en zigzag, sin embargo la índole mal definida de aquellas predicciones conducían a una noción diferente del problema de las medidas: y puesto que las mediciones Euclídeas no alcanzaban a explicar la esencia de las formas irregulares de la naturaleza, Mandelbrot recurrió a una noción nueva, la de dimensión: que aporta una calidad de vida mucho más rica para los científicos que para los profanos. Mandelbrot apeló matemáticamente a la relatividad: la noción de que un resultado numérico dependa de la relación del objeto con el observador es lo que está en el espíritu de la física de este siglo, y es incluso ilustración ejemplar de ella. La dimensión fraccional representa el medio ponderal de calidades que, de otro modo carecerían de definición clara. Por ejemplo si una taza cae al suelo es absolutamente imposible pegarla, porque vista la imagen de las dos partes pegadas encontraremos que las irregularidades de cada una de ellas es prácticamente imposible que se conjuguen con las correspondientes del otro lado.

Una y mil veces el mundo exhibe una cierta irregularidad regular, de aquí vino el que Mandelbrot, ojeando el diccionario, encontrase el adjetivo latino *fractus* derivado del

verbo *frangere*, romper y de aquí creó la palabra *fractal*, sustantivo y adjetivo. Este concepto originó el de *fractales*, incluso con su paradoja, que es la de que pueden alojar una longitud infinita en un espacio finito. Tenemos un buen ejemplo de ello en la Torre Eiffel: sus vigas, riostras y durmientes se ramifican cada vez en un enrejado de elementos sucesivamente más delgados, en una magnífica red de finos detalles. Eiffel no se propuso nunca llevar el esquema hasta el infinito pero captó el sutil artificio de ingeniería que le permitió restar peso al conjunto sin perder fuerza estructural. Para quien dispone de la capacidad de pensar sobre la forma, como un geómetra, este género de repetición de la estructura, a escala de tenuidad creciente, abre un mundo entero, en que el único problema es preguntarse ¿dónde se debe parar en tal estudio? ya que explorar las figuras accesorias es como un juego. Por ejemplo: sus estudios de las pautas irregulares en los programas naturales y su exploración de las más complejas teorías, siempre con un punto de referencia intelectual, conducen a una cualidad de autosemejanza. Fractal significaba sobre todo "autosemejanza". Autosemejanza quiere decir simetría dentro de una escala. Implica recurrencia, "iteración", pauta en el interior de una pauta. La autosemejanza es cualidad fácilmente reconocible, empezando porque sus imágenes se encuentran en todas partes, tal y como en el reflejo infinitamente repetido de una persona situada entre dos espejos, (ilustración palmaria de esta circunstancia podría ser el laberinto de espejos existente en el Parque de los Glaciares de Lucerna, si es que se consigue encontrar la salida después del reflejo número 23 ... que ya está bien).

Christopher Scholz era profesor de la universidad de Columbia, especialista en estudiar la estructura de la tierra para desde la misma anunciar los terremotos. Scholz, como científico pragmático y eficaz, estaba más que dispuesto a utilizar las herramientas de la geometría fractal, ambos Mandelbrot y Scholz se habían conocido cuando, el primero, se dedicaba a la economía (j) y el segundo era estudiante graduado del "Instituto Técnico de Massachussets" (M.I.T.) en el que invertía su tiempo con la cuestión de los seismos. Como este recordaba el nombre de Mandelbrot, compró un libro extravagante llamado "*Fractals: Form, Chance and Dimensión*" y su complemento, ampliado y refinado, llamado "*The Fractal Geometry of Nature*". Ambos libros eran difíciles y exasperantes, a veces ocurrentes, a veces literarios, a veces indescifrables. Scholz notó que era incapaz de dejar de meditar sobre las promesas que encerraban las ideas de Mandelbrot, buscó y rebuscó el modo de emplear los fractales para describir, clasificar y medir cuanto se refería a sus intereses científicos. Para empezar vio que era un procedimiento que le permitía examinar la materia de la tierra que estudiaba: las caras de los metales microscópicamente dentados, los agujeros y canales minúsculos de la roca petrolífera porosa y los paisajes fragmentados de una comarca, antes y después de ser asolada por un terremoto. En general estos fenómenos atraviesan la corteza terrestre en tres dimensiones, creando lo que Scholz denominó la *esquizosfera*. Gobiernan todos los fenómenos, el paso de fluidos por el terreno; tanto el agua como el petróleo como el gas natural que en este sentido rigen el comportamiento de los terremotos.

Scholz comprobó que la geometría fractal suministraba un procedimiento eficazísimo para describir la redondez entrecortada de la superficie de la tierra. Las descripciones fractales encontraron aplicación inmediata en todos los problemas relacionados con las propiedades de superficies que están en contacto, hay cualidades que dependen de lo fractal de unas protuberancias; estas, de otras protuberancias y así sucesivamente. Hasta que una roca fuera sometida a presión colosal, era para Scholz el momento esperado para empezar a pensar en sus terremotos.

Scholz pasó a ser conocido como una de las raras personas que aceptaban las técnicas fractales, el problema eran las grandes preguntas sucesivas: ¿cuán grande era el fenómeno?, ¿cuanto dura?. Buscando una solución más próxima Mandelbrot se dirigió a la anatomía. El cuerpo humano está lleno de ejemplos, el tracto digestivo posee un tejido con ondulaciones dentro de otras ondulaciones. Los pulmones necesitan alcanzar la mayor superficie posible en el espacio más reducido, y a sabiendas de que los pulmones humanos abarcan un área más grande que una pista de tenis, aun dentro de su limitación anatómica inicial es, aún mayor si a ello se le agrega el laberinto de los conductos aéreos, hasta enlazar correctamente las arterias y las venas. El léxico de los anatomatólogos tiene sus palabras propias, y no es lo mismo un "tejido" que un "parénquima". Los anatomatólogos estudian el sistema vascular clasificando los vasos sanguíneos en categorías basadas en su tamaño: "arterias" y "arteriolas", "venas" y "vénuclas", "bronquios" y "bronquiolos", lo que para sus fines tiene utilidad pero en ocasiones, el tratamiento que dan a este hecho en sus libros, parece sólo un

baile alrededor de la verdad. La ramificación "exponencial" clásica de la ramificación de los bronquios no era satisfactoria; pero resultó ser más correcta la "fractal", lo que igualmente se apreciaba en el conducto biliar, así como en el sistema colector urinario. Varios cardiólogos descubrieron que el espectro de frecuencias del ritmo cardíaco se ajustaba - como los fenómenos económicos y los terremotos - a las leyes fractales, y que una clave para comprenderlos era aplicar la organización fractal a la red de "His-Purkinje", laberinto de caminos ramificados, constituido de tal modo que era similar siempre a sí mismo, a escala cada vez más pequeña.

¿Cómo logró la naturaleza desarrollar arquitectura tan complicada?. Como quien no quiere la cosa, Mandelbrot se fue de la anatomía humana al reino de las plantas. Y los biólogos teóricos se pusieron a especular con que, en morfogénesis, la disposición fractal era, no sólo corriente, sino universal. Afirmaron que era trascendental para la biología comprender cómo se codificaban y procesaban aquellas pautas. Decía poco después Mandelbrot:

"Me puse a buscar esos fenómenos en los cubos de la basura de la ciencia.

Como mi métodos era más de naturalista que de biólogo, de vez en cuando

acertaba con cosas interesantes".

Se convirtió en indispensable como conferenciante científico, en parte debido a que muchos aficionados le agradecían el poder explorar personalmente, con sus

microordenadores, el mismo mundo de Mandelbrot, en el que además se encontraban formas ignoradas e insólitas, de una belleza asombrosa. No obstante todo esto, Mandelbrot seguía siendo para los matemáticos un intruso; para los biólogos un advenedizo, para los médicos un recién llegado, para los geólogos un "trepa" etc. Se buscaron por todas partes sus antecesores, más o menos remotos, y esto le fue creando, "velis nolis", un cierto "pedigree" científico. Decía él mismo que para sobrevivir a los ataques de sus colegas hubo de crearse, aunque sólo fuera para defenderse, un poderoso "ego". Tal cosa le era permitida por lo difícil que es predecir ajustadamente bien en cada caso la aplicación potencial de un fragmento de pensamiento puro. Finalmente el término "fractal" denotó un procedimiento de descripción, cálculo y pensamiento sobre las figuras irregulares, fragmentadas, dentadas y descoyuntadas, que iban desde las líneas cristalinas de los copos de nieve al polvo de las galaxias. La acogida mas entusiasta fue la que le dispensaron los profesionales de las ciencias aplicadas (petróleo, petrología, metales e investigación industrial, estudio de los polímeros, comportamiento de nuevos materiales para los reactores, escritores de ciencia ficción y realizadores de películas etc). Como era de esperar con estos antecedentes, proporcionaron a la cinematografía grandes paisajes de enorme realismo, terrestres y extraterrestres, y fue el punto de unión de la ficción con los llamados *efectos especiales*. Muchos de los que habían menospreciado sus hallazgos decían que debían convenir en que: *"el tal Mandelbrot tenia algo en la cabeza ..."*.

Este siempre admitió que su primitiva idea de la autosemejanza como causa organizativa se debía a su propio reconocimiento de las autolimitaciones de la experiencia

humana. ¿De donde podía sacarse el ser humano sus ideas de lo muy grande y lo muy pequeño, si no eran extrapolaciones de lo ya conocido?. Ya adelantado el Siglo XX y por medios hasta entonces desconocidos, las imágenes de lo muy pequeño y de lo inimaginablemente grande, pasaron a ser parte de la experiencia cotidiana de todos, se publicaron en la prensa tanto fotos de galaxias como de átomos recordándonos las viejas greguerías que nos anticipaban que "los microscopios nos hacen el mundo grande" en tanto que "los telescopios nos lo achican", de acuerdo con los principios fractales. Con la debida anticipación, los científicos encontraron paralelos entre sus leyes geométricas y los cambios del arte en la segunda mitad del Siglo XX y lo que ello suponía de emoción estética.

Según Mandelbrot, la cultura ha cambiado y es lógico que tanto la ciencia como el arte cambien con ella. Serían precisamente los científicos quienes iban a transformar el caos en ciencia, proporcionando el léxico indispensable y un catálogo de sorprendentes imágenes que lo describían mejor que lo explicaban.

Según Luis Racionero:

"¿Cómo se consigue un clima de creatividad cultural? ... La cultura necesita creadores además de espectadores y los creadores necesitan un apoyo difuso, imparcial, generalizado, en la base, en ayudas sencillas, poco espectaculares,

que no se ven ni capitalizan los medios, pero que crean el clima de creatividad. Sólo en éste puede respirar una cultura de vitalidad".

Y por su parte Francisco Nieva dice Matrimonio de artistas:

"Una buena parte del arte moderno ha utilizado en sus collages trozos materiales de esta realidad, es decir cuerdas, papeles de periódico, cerillas, huesos de animales, moluscos enteros, o en partes, pero había renunciado a fabricarlos con sus manos, y en ello no probó a explorar a un hombre entero, vivo o muerto, pero seguro que es un hombre que palpita, aun en su muerte, de vida interior".

Del mismo modo que por encima de toda especulación, científica o de lógica formal que exista, habrá siempre una constatación de pura realidad, que resumiremos diciendo:

"La Geometría de la naturaleza es siempre fractal, tanto en sus iteraciones como en sus reincidencias".

Regímenes Turbulentos

Cuenta anecdóticamente James Gleick, al comienzo de su libro sobre el caos, que estando Werner Heisenberg en su lecho de muerte, murmuró qué dos cosas preguntaría a Dios en cuanto lo viera: y el descubridor de los "quanta" añadió que le preguntaría dos cosas: el porqué de la relatividad y la explicación de la turbulencia. Comentando a continuación:

"Creo que para lo primero tendrá contestación".

La falta de respuesta a lo segundo es una manera de subrayar la dificultad implícita en el mero enunciado de la misma, y aprovechamos esta circunstancia para dar las prolijas explicaciones que describen el tema. Los físicos dicen que la dinámica de los fluidos, al llegar al punto en que un flujo ordenado se convierte en turbulento parece ser extraño a la ciencia y a esta le parece ser inabordable el tema. En gracia a esta dificultad, emplearemos espacio en hacer una descripción de ella todo lo prolija que sea necesario, hasta hacerla comprensible. ¿Qué es la turbulencia?. Un cúmulo de desórdenes a toda escala, torbellinos pequeños dentro de otros mayores y sumamente disipativos, lo cual significa que consumen energía y engendran trabas. ¿Cómo se llega a crear semejante flujo partiendo de algo ordenado?. Tales perturbaciones crecen o pueden crecer de un modo catastrófico. Hasta los superordenadores caen en la impotencia, cuando se quiere estudiar el movimiento irregular de

un fluido. ¿Cómo pasa un fluido corriente de ser uniforme a estar caóticamente alborotado?. Porque si la corriente es uniforme o laminar ¿como puede tal flujo pasar a ser algo aleatorio?. La irrupción de la turbulencia se percibe y puede medirse en los experimentos de laboratorio; incluso puede estudiarse experimentalmente en las alas o hélices en un túnel de pruebas de aviación. Pero en estos casos el conocimiento obtenido es siempre particular, no universal: la investigación por tanteo del ala de un Boeing 707 no será de los Boeing 707 sino de "ese" Boeing 707, incluso no aporta nada a la investigación del ala de un caza F-16 a lo más será un tanteo que vendrá a dar en azar y lo que pueda obtenerse será obra de este o de la casualidad, su naturaleza será siempre elusiva. Por ejemplo, la corriente de agua que pasa por debajo de una roca, en un riachuelo, se transforma en remolino, que crece, se ramifica, y da vueltas aguas abajo, se acelera hasta que sobrepasa una velocidad crítica, y se divide en torbellinos desordenados. Ese cambio sigue siendo una incógnita para la ciencia, hasta los superordenadores caen en la impotencia cuando se quiere estudiar el movimiento irregular de un fluido. Aparecen remolinos, que encierran otros más pequeños, y cada uno disipa la energía del fluido y producen un ritmo característico. Durante años se barajaron interpretaciones distintas, la de la homogeneidad como hipótesis de trabajo, otra equivalente pero contraria, que podríamos llamar de la confusión, ambas debidas a dos científicos rusos, respectivamente Kolmogorov y Landau, que en parte parecían convenir a comportamientos parciales de las turbulencias. Los físicos no podían predecir cuando un incremento de energía produciría una carga distinta o cómo sería esta, en previsión de temibles catástrofes. La hidrodinámica como estudio físico se hizo corriente, y la revista "*Physical Review Letters*" llegó a incluir una cuarta

parte de su extensión dedicada a estas cuestiones, a la vez que se daba a la hidrodinámica un nombre más amplio, el de "*Física de la materia condensada*" o de la materia, pura y simplemente.

El estudio de los regímenes laminares y su paso a turbulentos fue durante años objeto del estudio del físico Reynolds, que pudo ofrecer finalmente el número necesario para el cálculo del paso del régimen laminar al turbulento. Durante años, este convivió con las técnicas de las "transiciones de fase". Reynolds, Rayleigh y sus colaboradores, habían notado ya que un fluido acarrea un cambio en su cualidad al desplazarse de un movimiento al otro en términos matemáticos. Sintieron la tentación de suponer que el carácter físico de la "bifurcación" se parecía a los cambios de una sustancia en "transición de fase". A muchos conceptos estudiados anteriormente se añadía un elemento nuevo: *el movimiento*. Unos científicos de Nueva York discurrieron un sistema a base de dos cilindros verticales, uno rotando dentro del otro y revolviendo el líquido entre ambos, de modo que una gota en el fluido girara no sólo de este a oeste, sino hacia arriba y adentro y hacia abajo y afuera, en torno a los dos cilindros (esto ya era cosa estudiada y medida en 1.923 por G. Taylor con el nombre de flujo de Couette) y los nuevos físicos, conscientes de que el estudio de los ritmos contrapuestos coincidía con la hipótesis de Landau, decidieron usar el láser para sondar las corrientes rodantes mediante la técnica llamada *interferometría doppler*, registrando los datos en un ordenador, aparato que entonces se veía raramente en un laboratorio, (nos referimos al año 1.975, y al ordenador). Aumentando y disminuyendo razonablemente las velocidades de los dos cilindros, llegaron a

definirse las "transiciones de fase" de modo tal que antes no se habían definido, pudiéndose ver que las esperadas secuencias de Landau no se confirmaban del todo.

Fue un "franco tirador", más matemático que físico, mejor dicho, dos. Ruelle y Takens, los que hicieron una de las invenciones más estimulantes de la Ciencia moderna (según ellos es la gente no especializada la que descubre las cosas, y en efecto fue una mezcla de intuición, comentarios, ideas marginales y física entretreídos lo que originó la idea de los *atractores extraños*). ¿Cómo se puede almacenar en un punto solamente toda la información sobre un sistema complejo?. Según ellos, es una simple derivación de la geometría cartesiana tal y como se estudia en la enseñanza secundaria (¿?!), pero ante la duda de si tal afirmación es fruto del despiste o de la humildad, bueno será saber que la tal geometría cartesiana a nivel secundario, en nuestra versión va poco más allá de las líneas de ordenadas y abscisas, y eso nos parece muy poco para hacer descubrimientos de física. A corto plazo, cualquier punto del espacio referido a un sistema dinámico puede ser suficiente para localizar dicho punto, pero a largo plazo los únicos comportamientos posibles es mediante los atractores, ya que estos atractores tienen la propiedad de ser estables.

Edward Lorenz había presentado, en un artículo de 1.963 sobre el caos, siete curvas, para obtener las cuales había necesitado 500 cálculos continuos en el ordenador. En Alemania, Otto Rössler, médico no practicante que llegó al caos por el camino de la química y

la biología teóricas, vio los "atractores extraños" como objetos filosóficos y dejó las matemáticas en segundo término.

Para Rössler, aquellas formas encarnaban en el mundo un principio auto-organizativo. En todo caso es algo muy complicado desde la filosofía llegar hasta la trascendencia, con lo que el asunto de los "atractores extraños" no se presentaba como algo trivial. A veces dan ganas de refugiarse en las palabras del poeta, tal y como evoca en su libro James Gleick, citando a Marlowe:

*"El cerco de este círculo en el suelo - Tiene remolinos de viento, tempestades,
truenos y centellas".*

Pero eso es muy poco para traducirlo en números. Tanto más cuanto que esos remolinos dentro de otros remolinos se nos presentaban como movimientos metamorfoseados en azar. Si la corriente es laminar o uniforme, las pequeñas corrientes se extinguen. El supuesto de homogeneidad puede bien ser una acumulación de ritmos en competencia. Desde el punto de vista conceptual, estos movimientos ¿se pueden anular unos a otros por el hecho de estar "solapados"? ¿Acaso no se les llaman movimientos "oscilatorios", "varicosos", "sesgados", "transversales", "en nudo", "en zigzag", etc como modo de identificación?. Nadie había comprobado los períodos iniciales de una turbulencia basándose en un paradigma de Landau. Las experiencias se hacían unas veces con la cabeza, otra, como los artesanos, con las manos.

En realidad, ¿no había que recurrir a todo para ordenar un montón de datos confusos?. Así se llegó al uso y concepto de los "atractores extraños" para intentar poner en orden lo caótico.

El Caos

D'Arcy Thompson, filólogo clásico, políglota, matemático, zoólogo, quizá en razón de sus muchos conocimientos, intentó en cada una de sus actividades dar una concepción total de la vida. Ni que decir tiene que acabó interviniendo en biología y en física, y que su nombre figura entre los más influyentes de quienes se ocuparon de estas - y otras muchas - disciplinas, que comenzaron a verse como partes de un todo complejo. Hace falta esta consideración previa para exponer, a la vista de las ideas vertidas en el capítulo correspondiente a los regímenes turbulentos, la diferencia capital entre dicho concepto y el de *caos* (tal y como se nos aparecen en un estudio somero como es este) porque las "ideas", que nos hemos esforzado en calificar de "azarosas" y no de "caóticas", para huir de anfibologías ideológicamente erróneas, se encontrarán repetidas al leer ambos capítulos.

Teniendo en cuenta que la palabra "caos" ha ido creando a su alrededor todo un cortejo científico, la consideramos merecedora de inequívoca explicación:

"Caos es la propiedad de algunos sistemas matemáticos no lineales, que incluyen términos cuadráticos para las incógnitas, lo que hace que pequeñas desviaciones iniciales produzcan efectos divergentes enormes en las soluciones".

Esta definición resume la esencia del concepto de "caos": una causa muy pequeña que se nos escapa, que decimos irresponsablemente, que es debida a la casualidad y que luego "a posteriori" vemos que no era tal. Pero aun cuando las leyes de la Naturaleza no tuviesen secretos para nosotros, bastaría que sólo conociésemos "aproximadamente" la situación inicial para decir que el resultado estaba sujeto a determinadas leyes. La ausencia de estos conocimientos hace a la vez imposibles las predicciones meteorológicas acertadas a largo plazo, así como hace ilógicas "prima facie" nuestras valoraciones de lo fortuito.

En conjunto, las causas físicas dominan en la ciencia. Aunque se pueden considerar las causas físicas en su acción mecánica o en la teleológica, es hasta cierto modo un sesgo personalísimo el que se puede dar al mismo razonamiento. Para la segunda interpretación - la teleológica - cuenta por mucho la naturaleza del hecho considerado y si se atiende en la dinámica de las cosas, más a lo biológico que a lo físico, se caerá en la interpretación filosófica y sus posibles relaciones con lo universal, lo ideológico o lo trascendente. Si se acepta más la interpretación estrictamente física se caerá preferentemente en los términos de fuerza o energía mensurables, en la física teórica o en el reduccionismo biológico. En los dos casos, se recurrirá a conceptos invisibles que condicionan la existencia del "caos", sean estas figuras todo lo fantasmales que se quiera como agentes de cualquier cambio. Esta digresión viene a cuento para establecer ya desde el principio que el concepto de "caos" es válido, sea cual sea la filosofía de que se parta.



Ilustración 1 Movimiento de una varilla en un fluido viscoso, generando una forma ondulada sencilla



Ilustración 2 Introducción de una varilla en un fluido viscoso por n -ésima vez

Con todo, las sucesivas comprobaciones experimentales que se hicieron en un principio para formular tal noción del caos fueron prolijas, sutiles y largas. Un físico las calificó de "engaño a la naturaleza". Aquella obra maestra empleó dos años en su exploración total.

La física en aquel momento (hablamos de los años de 1.980) se consideraba que cumplía su misión incluso sin contestar algunas de las preguntas más fundamentales que se podían hacer sobre la naturaleza: ¿cómo se inicia la vida?, ¿qué es una turbulencia? y, por encima de todo, en un universo enseñoreado por la entropía, ¿cómo se suscita el orden?. Porque a la vez todos los objetos de las experiencias cotidianas se tenían por entendidos, aunque no fuera así. El mismo Stephen Hawking, entonces sucesor de Newton en la cátedra de Cambridge (que lleva su nombre), preguntaba:

"¿Está a la vista el final de la física teórica?".

Mientras, la revolución del caos seguía preocupando a la vez que se iban incorporando los ordenadores al estudio de fenómenos físicos y al examen de problemas de dimensiones humanas, de la física cuántica al comportamiento errático de sujetos sin control. El moderno estudio del caos había comenzado ya en 1.960, con el inquietante hallazgo de que cálculos simples podían dar el modelo de enormes circunstancias físicas hasta entonces incontroladas. Para los nuevos investigadores destacaban con claridad los antecedentes de sus investigaciones y constataciones del género de "dependencias sensitivas de las condiciones

iniciales", corrientemente llamado *el efecto mariposa*, según el cual se solía decir que el aleteo de una mariposa hoy en Pekín bien podría provocar mañana un tornado en Nueva York. Al fin y al cabo, una réplica moderna de la canción sajona antigua que dice que "*por una herradura se perdió un reino*" ...

Los científicos serios de la época estaban en el período de desconfiar de los ordenadores, a los que costaba mucho considerar como auxiliares de la ciencia teórica, por ello toda simulación numérica de magnitudes no se consideraba útil y se rechazaba. Eran tenidas por puras conjeturas, y según sus críticos, las ecuaciones que describían el movimiento del aire y las aguas eran tan bien conocidas que hacían inútil la mediación del ordenador.

Eran los días de la "relatividad" de Einstein y de la "incertidumbre" de Heisenberg e introducir cantidades aleatorias por parte de los investigadores era un despilfarro impropio. Opinaban que dado un conocimiento idóneo a las condiciones iniciales y puesto que se conocía la ley natural que los regía, se podía calcular con un cierto "acercamiento" la función de un sistema. Desde el punto de vista clásico, estaba justificada la relación que diríamos entre la *aproximación* y la *convergencia*. Se tomaba este como el camino hacia el caos y eran también los puntos en que el más leve cambio podía hacerlo todo de otro modo. En resumen, el uso del ordenador podía alterarlo todo ya que si se recurría a su uso con el propósito de ahorrar tiempo en el cálculo de los valores que se buscaban, no se era tan conscientes de la duplicación de ciertas cantidades que mostraban que el sistema ocultaba algo

que parecía una "regularidad inesperada". Las duplicaciones de período aparecían con rapidez progresiva, así como con un "orden constante". La presencia de esta regularidad sugería que algo se repetía, aunque fuese a escalas diferentes. El físico que operaba sobre estas cantidades, en este caso, llamado Feigenbaum verificó el hecho de que ninguno de sus colegas había advertido ninguna pauta de este tipo, y por simple curiosidad matemática calculó la posible explicación de esto con la mayor precisión permitida por su ordenador (la cifra principal más tres decimales) y obtuvo una cifra, **4,669** ¿significaba algo?. Pasó el resto del día intentando ajustar la cifra a cualquiera de las magnitudes del sistema, sin éxito. Su colega Robert May recordó que también él había observado aquella aparición, que olvidó enseguida; desde su punto de vista de ecologista, pensó que se trataría de alguna curiosidad numérica y nada más. Feigenbaum empezó a temer algo importante. ¿Qué debía obtener luego?. Escrutando las cifras percibió que siempre llegaba al mismo número. Pidió a un colega que le enseñase el uso del lenguaje FORTRAN y al final del día llegó a calcular la constante de una variedad de funciones con hasta cinco decimales, pero el número no cambiaba: **4,66920**. Siguió con la cuestión y al día siguiente llegó hasta **4,6692016090**. ¡Había tropezado bien con una curiosidad matemática o acaso con una ley desconocida de la Naturaleza!, en este último caso, se imponía rehacer todos los cálculos. La cifra, al surgir, parecía haber olvidado cual era su ecuación original. Podía parecer que la naturaleza había descornado una cortina que podía ofrecer vislumbres de algo inesperado. Pero como una cosa es tener una cifra y otra "saber" lo que esa cifra significa, se trataba por todos los medios de descubrirlo. Aunque hubiera de recurrirse a terminales más potentes, como eran los que estaban en manos de centros de alta seguridad, únicos capaces de

realizar gráficas que pudiesen autorelacionar lo que aquellas funciones tenían de recurrente, con el comportamiento de otras que estas tenían en su interior. Feigenbaum trabajó sobre ello muchos meses, con jornadas de más de veinte horas. Estaba convencido de que lo que estudiaba como razones numéricas expresaban una ley natural sobre sistemas en el punto de transición del orden a la turbulencia. Feigenbaum en cierto modo intuía la universalidad de su principio pero carecía de razones para explicar su intuición, aunque había ideado una teoría. En los círculos académicos se recibieron con tanta sorpresa como incredulidad y expectación ambas, la intuición y la teoría. Tras escucharlos, el físico de partículas Cvitanovic, del "*Institute for Advanced Studies*", de Princeton sintió como el descubrimiento de la universalidad para explicar el caos, ya en 1.977, los físicos Joseph Ford y Giulio Casati convocaran un Congreso en la ciudad de Como, en Italia, para tratar de la Ciencia - entonces tan nueva que era hasta inédita - del Caos. Ya había llegado la sazón para ello: se poseía al fin y por primera vez un modelo claro que todo el mundo entendía, se habían agotado las preguntas sencillas y era el momento para plantear el estudio de fenómenos más complicados. Ello suponía una vez más hacer una revisión, plantear todavía la concepción de hechos importantes ... En un concepto general de lo que acontecía, se analizaba una rica variedad de sistemas en que las cosas obraban sobre sí mismas, una y otra vez, y quizá se imponía plantearlo desde otro punto de vista y tener, desde el mismo, "escalarmente", idea del proceso, para obtener desde el mismo la idea correcta.

El concepto de iteración - tal y como se concibe en los fractales - parece endiabladamente inocente (se toma el número complejo, se eleva al cuadrado, se le suma el

número original, se obtiene el cuadrado del nuevo resultado ... y así se sigue y se sigue). Si el resultado tiende al infinito el punto no está en un conjunto de Mandelbrot, se halla en él si el total roza lo finito; si este finito se hallara gráficamente en una curva cerrada podría empezar a vagar *caóticamente*. Veamos la descripción que da Leo Kadanoff de la situación del experimentador, citado por Gleick (1.994) pág. 194:

"Lo mejor que puede acontecer a un científico [es] comprobar que algo ocurrido en su mente corresponde punto por punto a algo que ocurre en la naturaleza. Sobresalta siempre que sucede".

La unión del mundo de las formas con el de los números representa una "ruptura con el pasado". Esto sucede siempre que se altera una regla básica. El único modo de saber qué clase de figura corresponde a una ecuación determinada es proceder por tanteo, lo que pone al investigador, son palabras de Gleick :

"más cerca espiritualmente de Magallanes que de Euclides".

Las figuras de los conjuntos de Mandelbrot, con la ampliación necesaria, mostraron que tenían siempre "clases diversas de caballitos de mar", especies distintas de individuos rizosos (ver imágenes en el capítulo de "*Fractales*"), que ninguna parte del conjunto

era idéntica, fuese cual fuese su ampliación. El físico comprendió que el experimento con ordenador no despejaba aquella cuestión fundamental ...

Quizá a esta no comprobación debemos no ver "imágenes del caos" en las cabinas de los camioneros en vez de las "imágenes de mujeres despampanantes" que les suministra en sus calendarios la Unión Española de Explosivos.

El Milagro
de
la Biología Molecular

Desde el inicio del siglo actual, la ciencia ha sufrido dos transformaciones notables; durante las primeras décadas del siglo, en el campo de la física: y en la segunda mitad hasta nuestros días, en el de la biología. El papel de la llamada *biología molecular*, en el ámbito de las ciencias de la vida y de los hechos sociales con los que tal disciplina se enfrentó, merecen un estudio que quizá no se encuentra fácilmente, ello se debe a la complejidad, tanto como a la novedad siempre cambiante, de la materia. Los científicos posteriores a Mendel que continuaron trabajando en la embriología, abandonaron sus investigaciones convencidos de que hasta tanto dicha disciplina no encontrase un campo de investigación común con la genética, la dicha embriología estaba destinada al estancamiento.

El nombre de *genética* se debía a Bateson desde 1.905, y tanto él como su colaborador Morgan nunca perdieron su interés en ambas materias, (genética + embriología) hasta el punto de que sólo evidencias científicas posteriores a Mendel, les hicieron abandonar sus investigaciones. Ya en 1.927, abandonando los métodos mendelianos y la *Drosóphila* como modelo experimental, aceptaron que había de superarse el formalismo algebraico y abstracto de la genética tradicional y que eran necesarias muchas jornadas de laboratorio para descubrir una composición bioquímica y su estructura física, tratando de aproximar la genética a la bioquímica. “*La Rockefeller Foundation*”, a partir de 1.936, organizó una serie de encuentros

entre biólogos, físicos y químicos, introduciéndose en el estudio el de las mutaciones inducidas por los rayos X. Algunas de las conclusiones extraídas de estos encuentros fueron recogidas por Waddington y figuraron en su libro de 1.940 "*An introduction to modern genetics*".

Una de las cuestiones decisivas para el desarrollo de la biología molecular fué, a partir de 1.960, la conjunción de los conceptos de *valencia* y *enlace*, sistematizándose el estudio de la teoría estructural de los compuestos atómicos. Se asignó a cada sustancia una fórmula estructural única, que era una representación aproximada de la posición de los átomos en la molécula. Los químicos en aquellos años (1.960) no estaban interesados en estudiar moléculas tan complejas como las proteínas, ni se disponía de técnicas adecuadas para hacerlo. Por esta razón, la investigación de las macromoléculas biológicas tuvo que esperar a la generalización de métodos tales como la cromatografía, la electroforesis, la ultracentrifugación etc., que sin desnaturalizar las macromoléculas permitían su estudio. Hubo de admitirse, a partir del mismo, que no eran como se creía agregados coloidales de pequeñas moléculas. En 1.940, Pauling sistematizó la naturaleza de las fuerzas químicas que existen entre moléculas afines en los procesos biológicos capitales para el estudio de los mismos. A partir de este concepto, puede considerarse fundada la biología molecular. Se demostraba que la regularidad de la secuencia de aminoácidos en una proteína cambiaban la misma, que pasaba, a los ojos del biólogo, de ser *una sustancia* a ser un auténtico *mensaje molecular*.

Un ejemplo: el estudio genético de una modalidad de *ataxia*. La ataxia según el DRAE puede ser manifestación de una grave enfermedad neurodegenerativa "con perturbación de las funciones del sistema nervioso". La frecuencia de portadores del gen afectado es, en nuestro país, relativamente frecuente. Durante los años 70 y 80 se hicieron múltiples estudios en un esfuerzo por identificar el defecto bioquímico que daba lugar a la ataxia, utilizando los nuevos métodos de la genética molecular. Se pudo demostrar que el gen responsable de esta enfermedad se encontraba localizado en el cromosoma 9. Se pudo reducir la región crítica desde los dos millones de pares de bases hasta trescientas mil, cantidad suficientemente pequeña como para permitir a los investigadores trabajar con una cierta facilidad. El estudio de este gen en individuos sanos, portadores y afectados, llevó al hallazgo de una mutación génica que fué sorprendente para los investigadores. Se pudo descubrir que el gen o la parte del gen en cuestión, sintetizaba una de las proteínas más buscada en los últimos tiempos, la *fosfatidilinositol 4*, involucrada en muchas funciones celulares en general.

Esta visión reducida de un modelo de investigación, nos parece suficiente para mostrar - y admirar - el estudio de lo que llamamos "el increíble milagro de la biología molecular", ya que de ello se pueden deducir múltiples conclusiones relativas a la herencia así como posibilidades médicas, curativas o eugénicas, y por ende preventivas, de gran interés social.

BIOLOGÍA MOLECULAR: OTRO CONCEPTO FUNDAMENTAL.

Concepto capital en este orden de conocimientos es el de **GEN**, palabra debida a Wilhelm Johannsen, quien alrededor de 1.909 introdujo la palabra para designar: *"las unidades de material heredado o de transmisión genética, situados en los cromosomas de los organismos superiores"*. Los genes son tiras de nucleótidos separadas entre sí por tiras de ADN, tiras denominadas **intrones** cuya función ignoramos. Se cree que en los seres humanos existen algo menos de 100.000 genes diferentes, cada uno agrupando entre 2.000 y 200.000 pares de nucleótidos. Estas nociones llevan a perfilar el concepto de **ingeniería genética** que en función del profesor Sánchez Ron definiríamos, y copiamos de su *"Diccionario de la Ciencia"* como :

*"la disciplina que se ocupa de unir genes; esto es, de sustituir un segmento de ADN de una célula por uno de otra (al organismo que surge de este proceso se le denomina **transgénico**), indicando que existen procedimientos que, permiten crear algo definitivamente nuevo: nuevas moléculas vivientes, nuevos genes y por tanto **nueva vida**".*

Tomando al pie de la letra lo que dice Sánchez Ron en su "*Diccionario*" y sin tomar partido ni a favor ni en contra, no podemos dejar de referirnos a las afirmaciones del Profesor Grisolfá quien según cita periodística decía que:

"la posibilidad de manejar el mapa genético para diseñar y construir a la medida al ser humano es ciencia ficción".

Aunque esta afirmación no parece incluir de modo terminante lo relativo a la creación de vida, es de tal calibre una afirmación - o negación - en ese sentido que preferimos obviar la cuestión, incluso pasando por alto *la clonación*, hasta tanto podamos conocer teorías y razones explícitas. Sí diremos que la clonación es técnica extensamente empleada en la fabricación de vacunas y de antibióticos de síntesis.

El dejar pendiente esta cuestión es una manera de justificar, según nuestros alcances, el haber calificado de *milagroso* el funcionamiento de la biología molecular, y el tema que dejamos pendiente tendría una formulación tremenda, que vendría a ser como sigue:

"¿se puede crear vida sin partir de la vida o de algo que la tenga?".

Pregunta bien filosófica aún sin contestar.

BIOLOGÍA DE LAS PASIONES O EMOCIONES

Tal vez resulte significativo que el término que se corresponda con el de *pasiones* que figura al frente de este párrafo sea el de *emociones*, ya que el primero ha desaparecido (casi) del lenguaje de psicólogos y biólogos contemporáneos. No así del lenguaje tradicional en la filosofía, sea bajo el patrocinio de Spinoza, (que lo achica drásticamente diciendo que todas las pasiones pueden reducirse al placer, a la pena y al deseo) y de él toman la iniciativa otros autores posteriores, aunque no faltan los que partiendo como origen del deseo hallan matizaciones para relanzar múltiples versiones, que van extendiéndose sucesivamente hasta acabar en Freud. Mucho antes, las consideraciones de Descartes en su estudio "*Les passions de l'âme*", teñidas de moralina, hacían ver la doble vertiente del tema, considerado o bien dentro de un sistema cosmológico o bien dentro de un universo psicológico susceptible de experimentación. Queda claro que es en esta última vertiente donde se vá aposentando la biología *de las pasiones o de las emociones*, tangencialmente en lo relativo a la *conducta* y es en esta dimensión en la que nos interesa esta parte de la Biología. Tras salvar las implicaciones médicas, tendremos en cuenta su gran valor en lo que afecta a la *comunicación* entre los seres humanos. Dejaremos aparte la *neuroendocrinología*, sin enfrentarnos con la espectacularidad *cínica* (no es errata, queremos decir *cínica* y no *clínica*) de un cierto *reduccionismo* del que igualmente intentaremos alejarnos, así como de una parte de la

disciplina biológica que insiste en las cualidades eléctricas de nuestro sistema nervioso, heredera de las nociones físicas de *campo magnético* y *campo eléctrico*.

Hipócrates (460 - 377 a. de C.) no es el padre de la teoría de los humores, aun cuando se le haya atribuido a él por darse la circunstancia de encontrarse en su obra la primera exposición sistemática de la medicina *humorística* - de humores, que no de humor - en el tratado "*De la antigua medicina*", interpretación que hubo de esperar a los siglos XVII y XVIII para verse sustituida por el estudio del sistema nervioso que aborda mediante él la explicación de los fenómenos y enfermedades de la mente y la conducta. De Hipócrates y algunos de sus hallazgos se derivaron muchas reglas de la higiene y la terapéutica, así como conceptos, p.e. el de la homeostasis, o equilibrio y coexistencia de cualidades opuestas, que fueron altamente útiles para el estudio de la enfermedad. Bien puede afirmarse que Hipócrates introduce la fisiología moderna, además de por sus teorías de los humores, por sus conceptos, aún hoy valiosos, del equilibrio dinámico en el organismo.

Quizá ante ojos profanos, el término *endocrinología*, creado por Nicolás Pende (1.909) para abarcar el estudio de las secreciones internas, producidas por glándulas desprovistas de canal excretor, forma parte de esos arcanos vedados al conocimiento de los aficionados, que añaden un proceloso misterio a la noción de enfermedad. En la medicina moderna el hombre *humoral* ha sido desbancado por el hombre *neuronal*. La transmisión nerviosa de la información viene a resumirse en un diálogo entre elementos excitables

contiguos, mientras que la información endocrina se difunde al conjunto de las células receptoras dispersas, generalmente situadas a distancia de los puntos emisores. En resumen, se podría decir que existe una diferencia fundamental entre ambas acciones: la transmisión que incluye difusión directa y su permanencia, frente a otra acción difusora de tipo local, inmediata y discreta, resultado de una acción neuromediadora. Del debido equilibrio entre ambas transmisiones dependen los estados saludables. La salud es una cuestión de tono de los diferentes órganos y de distribución armoniosa de la tensión en cada uno de ellos: i. e. mirándolos en bloque, de los mensajeros de origen endocrino y de los de origen nervioso. Jean-Didier Vincent dá un cuadro animado - mas bien que biológico, de historia del arte - que lo resume y que expone en la página 39 de su "*Biología de las pasiones*" bajo el título "*Una kermesse heroica*":

"Una mujer barbuda baila con un hermafrodita, un gracioso enano se ríe de un obeso y unos idiotas desfilan bajo la desorbitada mirada de ninfas contoneándose al son de una orquesta de enfermos de bocio, mientras un plácido gigante marca el ritmo con sus manazas".

Quizá bastó menos de un siglo para aislar las hormonas y conocer sus mecanismos de acción, para curar la mayor parte de las enfermedades endocrinas, para poner fin a esas desatadas kermesses de Bruegel. Un 24 de Diciembre de 1.914 Kendall, utilizando tres toneladas de glándulas tiroideas de buey obtuvo 33 gramos de hormona; fué el primer paso

para inducir una prolongada colaboración "mataderos-endocrinología", que tras sucesivas pruebas y estudios acabarían llegando a obtener los productos de síntesis, más fácilmente dosificables y más fácilmente obtenibles. Así, superando ciertas presiones biológicas, se vá avanzando en el conocimiento de los seres organizados.

A la luz de estos mismos avances, las ciencias de los comportamientos se enriquecen y completan. Hasta el punto de que estudios del cerebro realizados por Papez en 1.937 y posteriormente por MacLean en 1.949 determinaron en ciertas regiones del cerebro lo que se designaría como *sistema límbico*, para referirnos al cual utilizaremos las palabras de Popper y Eccles, según copiamos a continuación:

"El modo en que el sistema límbico junto con el hipotálamo asociado, dá color, urgencia, viveza y emoción a las experiencias sensoriales". (Eccles, El yo y su cerebro, página 393)

"El yo psicofísico es el programador activo del cerebro, que es el computador". (página 135 del mismo libro)

Como los limbos de la mitología cristiana - dice Jean Didier Vincent - el sistema límbico media entre el córtex y el hipocampo. En él se superponen las representaciones del mundo exterior y del medio interno. Paralelamente, las funciones vegetativas, nerviosas y

humorales que participan en la homeostasis están representadas en el sistema límbico. El neocórtex crea al hombre, gracias al extraordinario desarrollo de áreas especializadas en la recepción de mensajes del mundo exterior.

El término *instinto* ha sido rehabilitado por los etólogos, al incluir en él aprendizaje y asociación. Gran ejemplo de esta complicación nos la proporciona el famoso párrafo literario de Proust conocido por "*La magdalena*", que describe a la par un estado interior tan agradable como vago y resucita la memoria de un espacio extracorporal "de entonces". Brillat Savarin afirma por su parte que el número de sabores es infinito, sin que el ser humano cuente con más que unos pocos centímetros cuadrados de lengua para dar razón de ellos, de modo que la educación requerida para tal misión, según admite en su "*Fisiología del gusto*", implica una práctica y aprendizaje concienzudos (una vez más, Jean-Didier Vincent recurre a la apostilla humorística: "*Se nos perdonará preferir la compañía de los "gourmets" a la de los sabios, cualidades por otra parte compatibles*"). Ya no en broma, en la página 299 de su obra mencionada, pone el siguiente epílogo, tras reproducir la imagen conocida como "*le chevalier Rampin*"¹, escultura griega del siglo VI que ahora se exhibe en el Louvre:

"En sus rasgos está inscrita la sonrisa llamada primitiva, expresión que recorre la estatuaria de todas las civilizaciones nacientes. Como si esta representación estuviera impresa en los programas genéticos del artista al

¹ Nombre del coleccionista que fue su primer propietario

igual que la sonrisa en el rostro del recién nacido. El rostro esculpido en piedra es manifestación del estado central del artista, ilustra el milagroso equilibrio del ser en el seno del mundo en devenir".



Ilustración 1 Imagen del Moscóforo o Portador

Como nota curiosa se puede comentar que ligeramente anterior a esta escultura, es el conocido como "*Moscóforo*" o "*Portador del ternero*" que se reprodujo en la iconografía cristiana posterior previa sustitución del ternero por el cordero, sirviendo de modelo para el "*Buen Pastor*" en siglos posteriores.

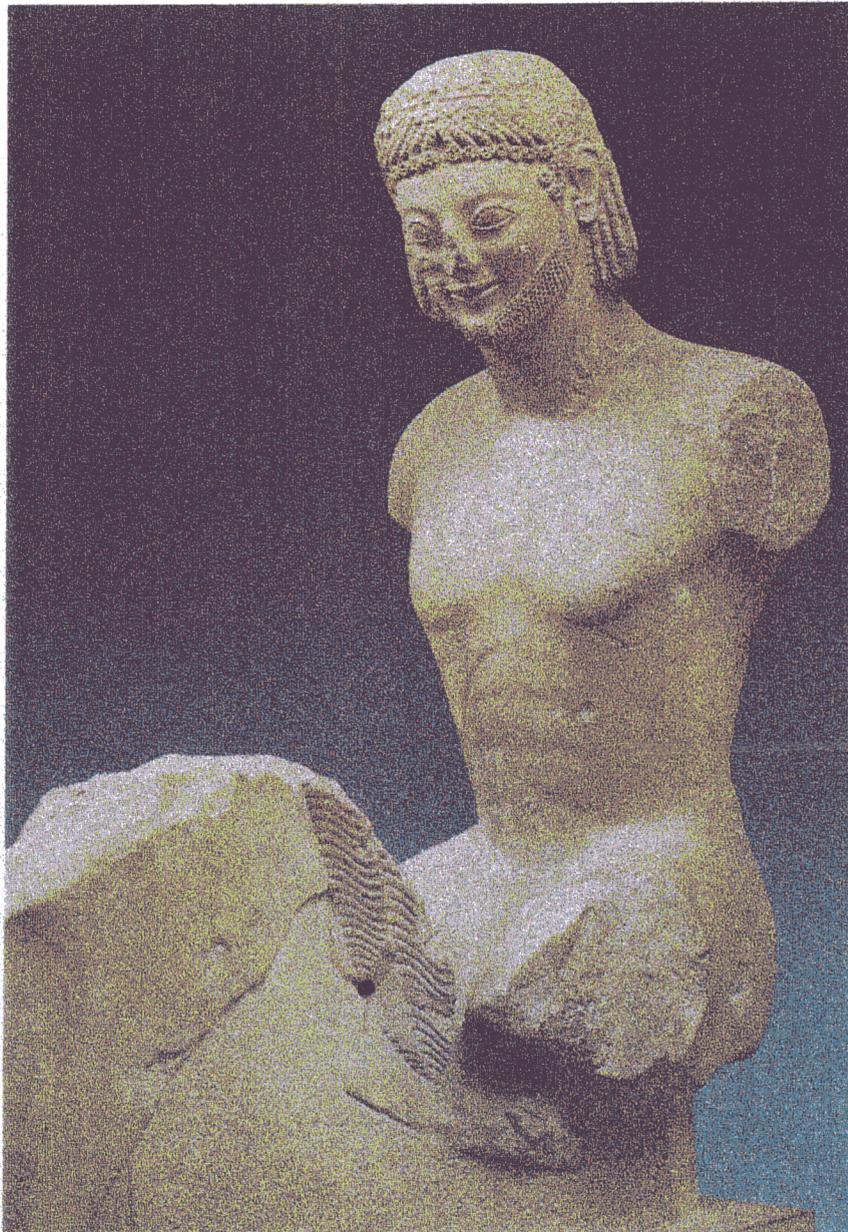


Ilustración 2 Jinete Rampin siglo VI a.C.



Ilustración 3 Kore



Ilustración 4 Virgen Fatua (o loca)



Ilustración 5 Don Juan de Aragón, visión artística renacentista

Igualmente de esta época es la imagen de la "Kore", interesante también como ejemplo de la dulcificación de la sonrisa primitiva al referirse a una mujer. Muy posterior (del siglo XIII) es la sonrisa femenina de una virgen loca, fatua, boba, etc.. que por tales nombres se conocen en el episodio de las vírgenes, representado de tal modo en la catedral de Basilea (Suiza) a la que pertenece esta ilustración y en la cual parece representarse un estado anímico de satisfacción con la propia insensatez según la narración bíblica. Más próxima al renacimiento es otra sonrisa (siglo XIV), la del "Patriarca Arzobispo Don Juan de Aragón" en la catedral de Tarragona, también reproducida que vendría a ser como la expresión sonriente del

bienaventurado. Se desconoce el nombre del autor aunque parece tratarse de artífices o talleres de escultura italianos.

***INCIDENCIAS
SOCIOLOGICAS***

El conjunto de estas incidencias se ocupa de una polémica completamente actual. Es la que opone la idea de *postmodernidad* o *posmodernidad* al proyecto moderno que se ha vuelto repentinamente obsoleto. La utilización de la palabra *moderno* debe su origen a la historia, recogiendo aquellos actividades y cambios relacionados con la edad media ya superada, haciendo de ello algo así como un borrón y cuenta nueva de toda la edad media, y hasta metiendo en el mismo conjunto múltiples situaciones que bien estudiadas podrían tenerse por post-modernas. Ello motivó que el nombre posterior a la edad media fuese - ¡todo él! - el de edad moderna, que sucesivamente iba ascendiendo en el tiempo hasta llegar casi a la paleontología, a veces, de la mano de la antropología.

Nadie ha dado nunca explicaciones poniendo de manifiesto hasta qué punto las divisiones en historia son caprichosas, pues hasta hay múltiples publicaciones que meten en un auténtico saco épocas caracterizables de modo radicalmente diferente, y nada les impide actualizar lo de ayer con la denominación de *contemporáneo* - ¿de quien? ¿de qué? -. Por ejemplo, lo más racional sería caracterizar la modernidad por lo que llamaríamos "la arrogancia de la Razón", y su pretensión de fundamentar en ella la idea general de que la razón se bastaba para resolver conflictos por medios no violentos. La razón era capaz de llegar a un saber objetivo cierto, así como de alcanzar certezas absolutas. La razón se veía a si misma como luz y

por tanto su época era conocida como "iluminadora" o "ilustrada". Paralelamente era característico de aquella época "el triunfo de la técnica" extendiendo a esta las palabras de Heidegger que la consideraba como "*última expresión de la metafísica*". Todo (incluso lo humano) se sometía a la cuantificación. En segundo lugar la interpretación de la historia para los ilustrados era un continuo progreso, (aunque ya la parte final de la modernidad apadrina el derrumbamiento de la idea de "progreso"). También el crecimiento económico suponía cada vez mayor control sobre la sociedad, pero este se iba disfrazando de múltiples actividades tal y como ocurre en las sociedades de consumo. En resumen, que la parte más conflictiva de todo esto la presenta la modernidad, que se mueve entre las ideas de *Decadencia* y *Recuperación* ideas esgrimidas tan a menudo en la historia moderna que llegan a recomendar la postura de que el auténtico "progreso" puede estar en "retornar a lo antiguo" ... y de ahí el origen de los "regeneracionismos".

Reina sobre todo esto un proceso complejo de desencanto, que ejerce una cierta presión sobre la modernidad, lo que convierte a esta en rehén de su pasado, tal y como señala Vattimo, que la tilda de "pensamiento débil", en tanto en cuanto constituye una toma de conciencia de que el mundo carece de significado objetivo. Nietzsche había hablado ya de dicha carencia de sentido, que a su modo de ver quedaba representada por todo desplazamiento hacia la moderación, más que por las exaltaciones de la fuerza. El tratadista que más se ha acercado a las ideas de modernidad y posmodernidad, fue Lyotard que anticipaba ya el descubrimiento de cuán poco real era la realidad, aunque otros tratadistas mantienen posturas

diferentes coincidiendo en la convicción común de que la historia tiene sentido. Todas estas diferencias crean una constante ansia de renovación, de "revolución" en todos los sentidos y ambientes, pareciendo ser esta etapa la final de la modernidad o el último coletazo de la misma, que se muere sin admitirlo, lo que en todo caso implica la pérdida de la concepción ingenua del progreso como algo inevitable, juntándose dicha idea con la desconfianza hacia el progreso y su sustitución por los eternos retornos "nietzscheianos". Justo es hacer notar que las características de este movimiento en España fueron diferentes de las que presentó, por ejemplo el movimiento *beat* en el mundo sajón, con el que sólo coincidieron en su devoción al grupo musical Rolling Stones, y en aceptar "nemine discrepante" sus peculiaridades indumentarias, i.e., los "jeans", zapatos deportivos, pelos largos, y cuanto pudiera darles la apariencia de ser la "generación maltratada por las circunstancias de su tiempo" (1.950-1.960). La más famosa novela de estos años se debe a Jack Kerouac ("*On the Road*" - 1.957) y en ella se expresa el nihilismo, el rechazo de todo tipo de valores, la sumersión implacable en el "yo" y un culto semi religioso a la velocidad, además de la veneración por lo que los "existencialistas" sartrianos llamarían el *acto gratuito*.

Cuanto antecede son los contornos de la imagen que la posmodernidad ofrece de la modernidad, hasta el punto de que uno se pregunta si la modernidad fue así o todos estos procesos destructivos no son más que una invención reciente, acaso coincidente con el descubrimiento de la misma posmodernidad, suponiendo que esta contraposición es artificial y quizá no se corresponda con ningún autentico cambio de sensibilidad. Lo cierto es que ninguna

posmodernidad deja de alimentarse con el pan procedente del trigo cultivado en la época de la modernidad, porque ¿como habían de ver la posmodernidad los pensadores que no están metidos en ella y viviendo su tiempo?. Uno de los más importantes críticos de la posmodernidad es Jürgen Habermas quien precisamente mantuvo una polémica abierta con Lyotard. También se han dirigido recientemente fuertes críticas a la posmodernidad desde otras posiciones, que coinciden en defender la modernidad, no en condenarla a ultranza a la luz de lo postmoderno.

Durante mucho tiempo la modernidad prometió grandes cambios, que siempre fracasaron. La posmodernidad resultaría una manera de decir ¡basta!, una denuncia de que lo que se nos había venido imponiendo como modernidad era fruto del engaño. Lo cierto es que tampoco esta es una actitud ni moderna ni posmoderna, sino una variante del hábito de siempre, que rechaza lo nuevo por ser nuevo o lo acepta bobamente por lo mismo. La simple denominación de postmoderno engancha inevitablemente toda la teoría de lo moderno con una cierta forma de conciencia histórica, la vieja manía periodizadora sigue presente incluso allí donde se formulan las conclusiones sobre el fin de la historia. El hecho obvio es que las posmodernidad o postmodernidad llegan a tener sólo una expresión inteligible si se las refiere a un contexto de cambio histórico (¡aquí de Nietzsche!), admitiendo que siempre que ocurre cualquier cosa nueva, al cabo de la misma se ha alcanzado el fin, y lo que le sigue es lógico que vaya precedido por los prefijos pos o post. Es claro que si la posmodernidad tiene que ser algo que sigue a la modernidad, algo posterior a esta, es evidente que "la modernidad se terminó",

sin dejar ver con claridad que es lo que se terminó, ni porqué se terminó. Ni la negación de lo nuevo ni la autopresentación de lo nuevo de después, ofrecen ninguna garantía de originalidad por el mero hecho de llamarse posmoderno. En el lenguaje corriente existe la expresión de "con"o "sin" "*solución de continuidad*", expresión que recoge la estructura estable que caracteriza la relación duradera del cambio y la permanencia. "*Todo se ha escrito, todo se ha dicho, todo se ha hecho*", se dice jocosamente que comentaban con Dios cuando todavía no había creado el mundo. No es raro que, ya desde el año 1.934, Federico de Onis utilizase el término de postmoderno para designar la etapa literaria que siguió al modernismo, incluso la expresión *postmodernidad* fue usada por Toynbee en 1.938. El uso del prefijo post se ha convertido ya en una especie de costumbre intelectual en los últimos tiempos, sobre todo en los Estados Unidos donde, según Tomás Maldonado, implica una tendencia "*de retorno acrítico al pasado*".

Umberto Eco advierte que el término "posmoderno" sirve para cualquier cosa, incluso que la posmodernidad es una manera de hacer, mas que un período cronológico determinado, que quizá cada época tiene su propia posmodernidad, y puesto que lo posmoderno se refiere a "*algo moderno que es ya el pasado y no puede destruirse*", lo único que hay que hacer es volver a estudiarlo con ironía, sin ingenuidad. Incluso en un mismo artista puede ocurrir que tenga su momento moderno y su momento posmoderno.

Lamentablemente quizá no sea este el caso en la mayoría de los que hoy se aferran a lo posmoderno y atacan ferozmente lo moderno por obsoleto. Hay una famosa frase de Lyotard que dice "*¡Dejadnos jugar en paz!*". ¿A quién va dirigida esta petición?, una vez más la posmodernidad se nos revela como algo que existe en función de lo moderno. También a la posición posmoderna le promocionan su ambigüedad revolucionaria y su ambivalencia escéptica: en términos generales, sería quizá lo más exacto y correcto dirimir la cuestión matizando la diferencia que hay entre *Escepticismo* y *Desencanto*. (Esto nos recuerda el juego de palabras del Profesor Yela Utrilla cuando decía que toda la vida humana transcurre entre un estentóreo "¡ya yo!" y un desencantado "...¡yo....ya...!...").

A lo anterior convendría añadir que, en términos generales, la atención y el estudio que se concede actualmente a modernidad y posmodernidad, se presentan, relativamente, con una enmascarada intención de complicar las cosas. A no ser que se admita que el final de la etapa moderna pueda incluir la liquidación de fenómenos tan importantes como "la edad de la razón", (entendiendo por tal "liquidación" la de todos los fenómenos, histórica y sociológicamente amparados por el tiempo comprendido entre 1.789 y nuestros días, revolución francesa incluida), la liquidación de los idealismos post-Kantianos, la liquidación, igualmente, del materialismo histórico (sea cual sea su origen, marxista o hegeliano) y otros muchos fenómenos de ámbito histórico-filosófico, mas la aparición de nuevas cuestiones de la misma envergadura, aún sin clasificar. Todo esto añade tal importancia a la liquidación de lo moderno, que no es de extrañar que se haya dado a ello tan gran

relevancia y coherencia y que igualmente tales alteraciones hayan ocasionado el síndrome "Fukuyama", cuando se escribe la terminante afirmación de la "muerte del arte", "la muerte de la historia", "la liquidación del pensamiento", "el comienzo de la nueva era" (eso sí, esta última naciendo casi de la nada, sin historia ni tradición). Estos últimos conceptos ya estaban implícitos en la afirmación de Francastel de que:

"en la época moderna, cuando se lee un libro de historia del arte, parece ser que la única misión de todos, críticos y estetas, es la de liquidar o hacer lo posible por liquidar nada menos que el Renacimiento".

No es de extrañar que con tan amplias ideas la posmodernidad se haya presentado como "La gran revolución" de nuestros tiempos. No es que en realidad no lo haya sido, sino que todo lo que había por liquidar era tan grandioso que la modernidad quedaba investida de la importancia de las mismas ideologías que se proponía desmontar. El hecho de que no tengamos por qué pronunciarnos en uno u otro sentido para tratar del arte de hoy, es irrelevante: lo importante es tratar de lo moderno y lo posmoderno tal y como se presentan a nuestros ojos. O a nuestro conocimiento, "mirando hacia atrás ¿con?/¿sin? ira".

Problema concomitante con este es el de la **comunicación**, que parece herimos más individualmente (y si no preguntadle a un psicólogo) y en tanto que personas condiciona

nuestros sentimientos, o nuestra conducta, máxime cuando nos movemos subsidiariamente ante una axiología raquílica.

El mundo exterior se nos presenta ante el conocimiento bajo dos aspectos capitales: el energético (el hombre ante la Física, en la que tiene tanto que decir) y el hombre comunicatorio o comunicante (entre los otros individuos que le acompañan y el resto del mundo) que requiere su interacción y el uso de mensajes que hacen posible esta. Últimamente se ha acordado llamar *Informática* o ciencia computacional a este segundo aspecto, que se ha alineado y considerado como nueva magnitud autónoma, equiparable a la materia o la energía. Hoy se habla de la "cantidad" de comunicación y del "transmite" o "no transmite" tranquilamente, como si de una magnitud autónoma se tratara, dando por cierto que esta magnitud está formada por a) una carga hereditario, mas b) un contenido biográfico, su historia, mas c) sus reacciones medio ambientales, su psicología y c) una cierta casualidad, la incertidumbre. Todos estos elementos han hecho del estudio de la comunicación un algo multidisciplinar, al que hay que añadir el análisis y consideración; primero: de la calidad del mensaje transmitido; segundo: del alcance de los medios utilizados para la transmisión y tercero: del modo más adecuado para obtener la difusión requerida. Admitiendo la validez de lo que Abraham Moles llama la "ecuación fundamental" de la psicología determinista:

$$\text{Estímulo} + \text{organismo} = \text{reacción}$$

(en sus modalidades de "reacciones activas" y "reacciones pasivas") se advertirá la fronda en que hay que hundirse para intentar aunque sólo sea aproximarse a estas cuestiones. El dramático incremento de los estudios sobre la comunicación justifica una ligera información sobre sus aspectos materiales.

Ateniéndonos al tan traído y llevado Marshall McLuhan podemos ver cómo y hasta qué punto la espina dorsal a la que hay que atender al analizar la comunicación son los medios. Según él, el gran pecado que cometemos es enfrentarnos a lo nuevo sin renunciar a nuestra tendencia a seguir paladeando los sabores y aromas del pasado (¡qué gran estudio se vislumbra que podría hacerse poniendo cara a cara a Walter Benjamin con Marshall McLuhan!). Los eruditos se adhieren a un pasado ya "fundido". Los innovadores miran al pasado reciente como si lo escrutaran valiéndose de un espejo retrovisor (quizá es acertado decir que entramos en el futuro retrocediendo o, como dicen los franceses, "à reculons"). McLuhan extrapola con ligereza cuando dice:

"El profesionalismo es ambiental, el amateurismo es anti-ambiental".

Sería quizá más claro decir, y más fácil de entender: el profesional se preocupa del mañana, mientras que el aficionado no piensa en ello y si piensa se dice ¡mañana será otro día!. Lo fundamental de este planteo nos llevaría a decir que habitualmente se tiende a realizar las tareas que exige el nuevo ambiente utilizando las

herramientas, las percepciones, los condicionamientos psicológicos, las respuestas sensoriales de lo antiguo. Aún remacha esta vez justamente:

"Esto es propio de todas las etapas de transición. En la última etapa del arte medieval, vemos expresado el temor a la nueva tecnología de la imprenta".

Porque vivimos y apreciamos un tipo de vida que hemos hecho imposible, se impone emplear nuevos medios o todos los medios. Esto ha quedado acuñado en la norma introducida por Dom Alberione, el promotor de las Ediciones Paulinas que, partiendo del principio "a los hombres de hoy hay que hablarles con los medios de hoy y las palabras de hoy" hasta presentar en sus producciones una diversificación sorprendente de oferta, que empezando con los "libros para escuchar" y siguiendo con los "libros para mirar" (a los que la sagacidad de la iglesia había anticipado - siglos antes, sobre el S. XV - la joya del "Catecismo de Pedro de Gante", poniendo los jeroglíficos nahua al servicio de su labor evangelizadora), las lecturas realizadas por profesionales sobre fondos musicales adecuados, incluyendo desde obras de Santa Teresa a obra poética de San Juan de la Cruz y versiones del nuevo testamento en múltiples cintas magnetofónicas, además de las publicaciones dotadas de CD-Rom convencionales, aumentando con la diversidad de medios y temas la eficacia de su mensaje¹.

¹ Después de ser redactada la anterior información, ha aparecido en la prensa diaria la nota según la cual las ediciones Paulinas han requerido una llamada de atención por parte de las autoridades vaticanas. Considerando los términos de dicha puntualización, se advierte que se refiere a "cuestiones de fe y costumbres" que no afectan en absoluto a la naturaleza y carácter de la comunicación misma.

Existen, claro es, muy diferentes valoraciones sobre la naturaleza y el alcance de los "mensajes", casi diríamos que todo estudio sobre los mismos debe empezar por definirlos. Para el ya citado Abraham Moles el mensaje es una secuencia de elementos extraídos de un repertorio que transportan una información proporcional a la originalidad del mensaje, a su imprevisibilidad respecto de su máximo posible si todos los elementos del mensaje son equiprobables (esta última parte de la definición, intenta crear una cierta actitud contra "la redundancia", pero bien reflexionado eso que Moles alega respecto a la redundancia vendrían a ser los "los prejuicios" como partes de la merma de información incluida en el mensaje). Hay casos de sujetos receptores con una cierta formación musical capaces de "escuchar la partitura" en vez de "escuchar la música". O también el "creativo" de publicidad, que valorará en un anagrama su simplicidad y alcance. O el aficionado al teatro, que se plantea la cuestión de si ir o no ir a una representación "porque ya conoce la obra". Cuestiones estas que muestran la diversidad de apreciaciones, basadas en gran número de variables - entre otras, las producidas por la "deformación profesional" que prueban dos cosas: primero la dificultad de la comunicación según el receptor y segundo que por su propia naturaleza, las opiniones suscitadas han de parecer en algún caso gratuitas. De aquí el dicho de que "sobre gustos no hay nada escrito" y el enorme efecto de "diálogo entre sordos" que ofrece toda discusión. Cada cual oye lo que quiere oír, ve lo que quiere ver, juzga lo que quiere juzgar. Y las grandes encuestas que recurren al recuento colectivo de los "índices de audiencia" pueden tener tanto de exactas (en el mero hecho del recuento) como de inexactas (en su valoración, mejor diríamos, en su "apreciación").

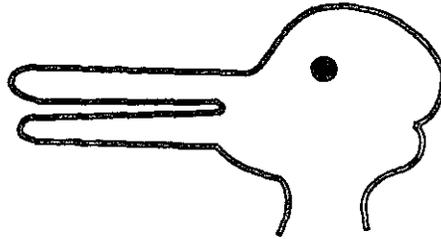


Ilustración 1 Imagen de duck-rabbit tomada de Jastrow

Si a este respecto todos los juicios en una colectividad humana pueden adolecer del mismo carácter equívoco, resulta sin embargo digno de ser tenido en cuenta que el objeto específica de la comunicación - o de la propaganda, cuando se trate de "comunicación orientada" - es aproximarse al cien por cien de efectividad.

CONCLUSIONES

Las conclusiones seguirán el orden y disposición en que se ha desplegado el estudio de las incidencias, a saber: primero, las de carácter histórico y estético, bien entendido que tanto estas como las que les sigan después, participarán, por su propia naturaleza, de una inevitable dimensión sociológica, sin la cual mal podrían aludir a cualquier ente colectivo, y a continuación las tecnológicas y científicas añadiéndose, para terminar, unas páginas que cubren temas sociológicos de actualidad y una ligera información sobre Biología Molecular. Creemos que esta - sintética - información puede considerarse bastante representativa de los contenidos culturales con los que se enfrenta, corrientemente, el hombre de hoy.

Además de los estetas y artistas, habrán de estudiar el tema de la racionalidad que acompaña todo cambio estético, cuantos quieran hacer del arte mismo objeto de estudio. Dando por sentado que este es respuesta a un proceso cognitivo que se valora en función de su naturaleza, de la que forman parte lo actual y lo puntual, sin lo cual mal podría responder a la naturaleza "dialógica" que hemos atribuido al arte, una nueva revisión epistemológica se impone. Donde escuelas anteriores valoraban lo actual, pondremos hoy la *peripecia* (DRAE: "*mudanza repentina de situación o accidente imprevisto que cambia el estado de las cosas*"); donde antes lo puntual, pondremos ahora lo *epilodal* (DRAE: "*resumido, compendiado*"). Lo primero, fruto de nuestro tiempo siempre repentino e inestable; lo segundo, consecuencia de

una densidad cultural difícilmente razonable desde el nihilismo hecho endémico por la multiplicidad de las ofertas que nos acosan. Resumiendo: sólo si sustituimos *actual-puntual* por *peripatético-epilodal* estaremos en situación de enfrentarnos a lo contemporáneo. ¿No nos está enseñando algo de esto la literatura actual, más "manifestativa" que "narrativa"?

Las conclusiones relacionadas con las incidencias de tipo histórico, suponen circunstancias que influyen íntima y extensamente sobre la vida particular - en corto, diríamos: sobre *la biografía* - de cada individuo, siendo a la vez inevitables, como cabe esperar de hechos y circunstancias que se plasman en toda una serie de vivencias, hasta el punto de que su importancia se ha de constatar con una cierta validez universal, a saber:

La inevitable huella económica de los procesos de la industrialización, así como los cambios ideológicos entrañados por los mismos, sin que ello suponga necesariamente a título directo, lo que se conoce como "interpretación materialista de la historia" al alterar los pre-supuestos de los juicios estéticos, modifican los gustos colectivos, y por ende los individuales.

Del mismo modo, quizá más que la *ateocracia* del final de la Edad Media, luego reemplazada por el culto desatado a la antigüedad clásica mas la actitud reverencial hacia los primeros avances de la tecnología, pronto admitida como colaboradora de la cultura, en un proceso generalizado hacia lo que Ortega llama "el bien estar", son los conceptos entretreídos a

la vez con el respeto a la racionalidad y el deseo de una calidad de vida que empezaba a atisbarse, que van a conformar una nueva mentalidad cultural sociológica, jurídica, económica, etc.

El papel de una burguesía, dividida entre su respeto por las ventajas estamentales de las que disfrutaba, que le hacen alinearse primero en torno a un *nacionalismo nacional* y luego alrededor de "l'ancien régime", más el impulso *romántico* -prè y post-románticos incluidos, hacen más congruente todo lo que siguió. De todos modos conviene matizar en el sentido de que el arte no es función sólo de la historia ni se debe estudiar tampoco desde el lado estricto de la sociología. La representación por imágenes proporciona su base de estudio al arte, lo mismo que dichas imágenes, en cuanto representación de ideas, son campo de estudio de la filosofía, la historia y subsidiariamente de la sociología. Estas dos interpretaciones presentan cierta analogía que a su vez proporcionan premisas peculiares asignadas por el medio físico, las determinaciones étnicas, las económico-sociales etc. que, aún no siendo absolutas, concurren imprescindiblemente al estudio de esas mismas imágenes mencionadas en primer lugar (una vez más, la pescadilla que se muerde la cola). Tras una primera etapa, empapada de intelectualismo, llamada *despotismo ilustrado* sigue una segunda, llena de tendencias mesiánicas, teñida de teorías *económico-éticas*, de soflamas demagógicas y por ende de agitación social; al riesgo de confusión, que será evidentemente mayor cuanto las reformas emprendidas sean más radicalmente profundas - hablamos de *radical* en su relación con *las raíces* - y escondidas, a la vez tenidas por intangibles hasta entonces (aprovechamos el final de

párrafo para disculparnos ante nuestros colegas historiadores, por esta irreverente incursión en sus territorios: en alguna ocasión del presente estudio se ha hecho mención somera de la arbitrariedad de las clasificaciones históricas, sin que ello deba interpretarse peyorativamente, pues somos conscientes de que el imperativo cronológico que preside la tarea del historiador resulta aún más percutiente para el aficionado cuando el lapso de tiempo transcurrido entre el estudio del pasado y los apremios del presente hacen ver que hay cosas que parecen inexplicables).

Otro tanto es válido si nos referimos al capítulo general de las *"Incidencias Estéticas"*, que por las circunstancias que concurrieron en la difusión de las ideas nuevas fueron conformando el arte moderno. Esta carga ideológico-estética vino a coincidir, entre otras cosas, con que el Renacimiento, al sustituir a la Edad Media no tuvo que romper necesariamente con la continuidad del desarrollo de Occidente, mientras que al ideal de una estabilidad organizada hubieron de sustituirles los tiempos modernos, con sus efectos convenientemente amplificadas en su intensidad por la cooperación de las máquinas y el descubrimiento de la "velocidad". Se añaden además, en el caso español, las etapas en que la Industrialización estaba ya francamente admitida, de modo tal que el decalaje advertible en dicho primer período se corresponde con el parsimonioso ritmo de la industrialización española. Por decirlo de otro modo y a guisa de conclusión:

El ritmo de difusión de conocimientos y educación teórico-perceptivos requeridos para un cambio de estética, (sensibilidad + raciocinio), pasado el tiempo hace que se disocien ambos conceptos, creándose una nueva aplicación del sofisma de generalización indebida del post hoc ergo propter hoc, el "hoc" en este caso sería la sociedad industrializada.

Por lo que hace a las consecuencias derivadas de los cambios y conocimientos científicos, el preámbulo requiere una explicación aún más prolija. Según nos dicen los diccionarios, el término "científico", como nombre aceptado para designar a las personas que por profesión se ocupan de estudiar experimental y teóricamente una parte del entorno con el objeto de ensanchar y explicar el conocimiento del mismo, se debe al cultivador de diversas actividades de este género William Whewell (1.794-1.866), quien en su libro *"The Philosophy of the Inductive Sciences"* (1.840) lo acuñó con ese sentido. Es cierto que los cambios experimentados por tal oficio o profesión han tenido que ser notorios, puesto que la complejidad del entorno circundante ha pedido la profesionalización del mismo y la exigencia de muchos conocimientos, tanto instrumentales como teóricos, para realizarlo. Complejidad que ha ido en aumento, originando a la vez la progresiva diferenciación de los campos de actuación, creando los especialistas, que con su segmentación han hecho real la observación de que ser científico es "saber mucho de nada" mientras que "saber nada de mucho" conviene más al filósofo. Sin abundar *a priori* en la verdad de tales afirmaciones, es algo bien probado que aun en los mismos campos de la Ciencia se advierte la mutua ineficiencia de los especialistas

para ser polivalentes cuando se trata de actuar en campos diferentes. Con ello se hizo necesario crear denominaciones que los clasificasen, que englobasen en grupos bien definidos cada comunidad de especialistas: matemáticos, geólogos, químico, físicos etc. Cuando el *Filósofo Natural* se ocupaba de la Ciencia (Siglos XVI y XVII o antes), mejor diremos "deseaba avanzar en el conocimiento analítico de la Naturaleza", elevaba hasta tal punto este estudio que parecía aproximarlos a la excelencia moral, y se denominaban entre ellos *i Virtuosi*. Podemos asegurar que en nuestros tiempos, el término ha caído casi en el olvido y su uso es más frecuentemente destinado a los instrumentistas que a los creadores o los filósofos ...

Sin embargo en el trato con los artistas se puede advertir un interés alerta y espabilado por el mundo circundante, en el que la ciencia o los avances técnicos les ofrecen, día a día, un espectáculo que, gracias a los medios de comunicación, es más exigente cada vez, más nuevo, siempre inédito. Más prometedor también, pues a la vez que estimula el deseo del conocimiento crea la necesidad de dar fe de un mundo nuevo y de decirlo como antes nadie lo había dicho. La necesidad de lo nuevo es un imperativo de todo artista, en esto están de acuerdo cuantos tratadistas se han acercado a ellos. Aunque para conseguirlo hayan de utilizar lo siniestro, lo escatológico, lo vulgar, lo débil, lo incierto, lo sucio, lo tonto, lo simple. Cualquier cosa es válida si se experimenta por primera vez, si sus asociaciones sorprenden (el paraguas sobre la mesa de operaciones, la novia que se va a casar bajando desnuda la escalera entre una doble fila de solteros, los relojes desmayadamente blandos midiendo un tiempo fluido y pegajoso etc.) Esto ateniéndonos a la plástica figurativa; si bien al sustituir esta plástica por

una inundación de colores "desfigurados", "azarosos", "destartalados", o "conjuntados", "acordes", "relacionados entre sí"; o evocar una poesía en la que aparezca una letra, un carácter gráfico que evoca a la vez sonido y significado, de la que se diga "O, omega, rayo violeta de Sus Ojos" (¿de los ojos de Dios?, ¿de los ojos de "ella?", "Rayon violet de Ses Yeux" dice el texto francés, cualquiera de las dos traducciones es válida si se admite una "Ella" románticamente divinizada, lo que al fin y al cabo no sería tan raro ni en la más clásica de las poesías; y podríamos multiplicar los ejemplos "ad nauseam".

Con todo habremos de abrir el paso a las objeciones primordiales, unas referidas directamente al artista, otras, (y son muchas más), incluyendo la ética - llamémosle la deontología - profesional de las personas que tienen a su cargo la difusión de las obras. Al faltar el referente inmediato, directo, que permita cotejar la excelencia de la reproducción, ¿qué justifica que el galerista, merchante, agente, intermediario en una palabra, justiprecie una obra que sale al mercado bajo su patrocinio y en la que son a la vez juez y parte, ya que el artista ocupa sólo el papel casi pasivo de ser una inversión?. Además la valoración de la obra influirá en el mérito que se otorgue al artista, tratado, en provecho de terceros, como una mercadería más. Como los *valores añadidos* ocupan un lugar desmesurado en la obra artística, dicho se está que seres ajenos cambian o pueden cambiar, bien a su albedrío o según su interés, con la ayuda de críticos y *enterados*, cotizaciones que pasan a ser desorbitadas. Dicho escuetamente, la mecánica de las falsas reputaciones puede ser esta, sólo el tiempo se encarga de poner las cosas en su sitio. Igualmente y a la inversa, no hay aficionado que no sueñe con descubrir un

lienzo o un *apuntito* que redondee su patrimonio. Esto se puede decir tanto de los autores modernos como de los clásicos, esta catilinaria es polivalente, se puede esperar que cada cual ahorme el razonamiento a su circunstancia.

Además de ser aplicable a los *intermediarios*, esto se podría decir también de los mismos creadores, aunque su actitud, por el hecho de estar embebidos en su obra, suele ser menos evidente. Por su parte el coleccionista echa su cuarto a espadas, pensando en el aumento de una inversión gracias a "su clarividencia y su penetración". Porque lo que nos enseñan las subastas es que, aparte del empecinamiento por poseer "esa obra de arte", juega, y mucho, el deslumbramiento de la ganancia espectacular. No diremos "la ganancia fácil", porque basta haber vivido unos cuantos años para saber del estrepitoso derrumbamiento de muchas cotizaciones.

Dando por sabido todo lo dicho, en sus múltiples modalidades, querríamos obtener en estas conclusiones una de tipo general:

Cuando os acerquéis a una obra de arte, sea esta moderna o clásica, buscad en ella vuestro propio *contentamiento* (por "contentamiento" entendemos algo que va más allá del "este cuadro - o lámina, o grabado - está muy bien de precio, es buena inversión" o "iría" o "no iría encima del mueble inglés" o "alegraría mucho el comedor" etc. Para buscar en la

palabra "contentamiento" el sentido exacto de lo que queremos decir, se necesita buscar una dimensión específica entre las que nos ofrece el DRAE).

En el diccionario, en el primer sentido cuyas palabras reproducimos, se lee: "*Contentamiento (De contentar.) m. contento, alegría, satisfacción*". Ello significa un re-envío tácito a una idea troncal, la de "contento", a la vez definida como sigue: "*(Del lat. contentus, p.p. de continere, contener, reprimir.) adj. alegre, satisfecho. 2. ant. contenido o moderado*". Siguen a continuación diversos significados, que van del 3 al 5, relativos a lenguajes específicos (Der.), de Germanía (Germ.) y frases figuradas y familiares (fr. fig. y fam.), sentidos que a nuestro ver y entender no alteran racionalmente el significado troncal.

Retenemos básicamente dos ideas; primera: las de moderación y contención, y segunda: las de alegría y satisfacción. Glosando en detalle ambos conceptos dobles, las ideas de medida y limitación establecen una manera especial que diríamos de "sosiego en el contento" de "estabilidad en el gozo", que nos hace volver al Diccionario en busca del significado de este término, "Gozo", por si su valor ideológico en algún modo entrañase ambivalencia o contradicción: "*(del latín gaudium) m. Movimiento del ánimo que se complace en la posesión o esperanza de bienes o cosas halagüeñas y apetecibles*".¹

¹ "La teoría del "contentamiento" la debemos a la intuición de nuestra amiga la galerista ya fallecida Carmina Herrero, sensible y siempre alerta conocedora, desde cuya galería "Abril" realizó una tesonera y esforzada tarea presentando arte contemporáneo. Nos ha llamado la atención las recientes declaraciones de un pintor actual, cuyo nombre no citamos siguiendo nuestra tónica en la tesis, que dice según el periodista que le interroga acerca de los verdes refrescantes que lucen sus últimas pinturas: "es una metáfora sobre un estado de felicidad insonorizada, liofilizada y perfecta que aborrece los contratiempos." Quizá esto pueda interpretarse como una versión profesional del "contentamiento".

Siguiendo con el análisis que se impone para enlazar las ideas científicas con la evolución y desarrollo del arte, parece legítimo deducir que dada esa inequívoca repugnancia que el estudio de la ciencia suscita en los artistas creadores, amén de las circunstancias de preparación y formación requeridas para hacerlo, no sería procedente relacionar de modo inmediato dichos conocimientos con la evolución del arte. Más sensato nos parecería deducir de los avances científicos toda una visión del entorno modificada, que se impone aceptar - o que nos impone ser aceptada - so pena de salirse del mundo. Con la misma naturalidad con que el hombre medieval aceptaba, por ejemplo, el derecho de pernada, o el de vientre libre, y el renacentista discutía concienzudamente el "cujus regio ejus religio", por bárbaros o inexplicables que a posteriori puedan parecernos, se acepta ahora la vigencia y modificación del mundo circundante, impresa por el mero hecho de la aceptación de los principios científicos, una vez admitidos, y difundidos por los "media" - ¿se ha advertido la facilidad con que han pasado al dominio público los medios de información" traducidos por "media" aun por los menos versados en latín?

Aceptadas pues las conclusiones científicas referidas en las "*Incidencias científicas*", puede concluirse que "el entorno" o "la naturaleza" presentan un lozano aspecto de cosa nueva, de no vista, en desconexión relativa con cualquier interpretación anterior. Puesto que el arte es el gran diálogo del hombre con el mundo, este diálogo vá a transcurrir en un mundo nuevo, en una circunstancia nueva. Pero ¡atención! el hombre, aunque flamante, arrastra con él su historia, y, como había dicho D. Ramón M^a del Valle-Inclán - no recuerdo en qué

lugar - *"lleva en sus nervios la biblioteca de Alejandria"*. Todo lo demás son elucubraciones, quizá no carentes de coherencia con el tema en general pero rebuscadas en exceso, porque a) ¿como aducir la influencia de algo que se desconoce? y b) ¿como suponer que el contemplador, a su vez, vá a estar mejor provisto de conocimientos que le hagan "comprender" lo que se le pone ante los ojos?.

Hemos hablado antes del arte como del gran diálogo del hombre con el mundo. De aquí podríamos sacar la conclusión de la naturaleza *dialógica* del fenómeno estético. Según el DRAE, esa dimensión del dialoguismo, es *"figura que se comete cuando la persona que habla lo hace como si platicara consigo misma, o cuando refiere textualmente sus propios dichos o discursos, o los de otras personas, o los de cosas personificadas"*.

La aceptación de estos principios creemos que permite acercarse a lo estético en cualquiera de sus versiones, ya sea esta literatura, música, poesía, danza, plástica artística o artesanal o industrial etc., sin requerir modificaciones. Hasta nos permitiría recordar a Antonio Machado, el más esteta o el más filósofo de nuestros poetas vigentes, cuando aseveraba que:

"quien habla sólo, espera hablar con Dios un día".

La que sería una gran ocasión para preguntarle por los universales, sin la mediación de Von Balthasar, para quien ya sabemos que estos son históricamente ineludibles.

Hasta ahora, las conclusiones parecen referirse muy particular y específicamente al individuo. Las que siguen tienen más un carácter general, aunque son en cierto modo derivación de los mismos principios.

El arte moderno ha supuesto una subversión total, radical, de las costumbres más inveteradas, por eso desde sus comienzos chocó profundamente a sus contemporáneos, y desde entonces, lo que había sido creado por los artistas para responder a un afán espontáneo, según una evolución que les parecía la vida misma, ha comenzado a ser racionalizado. Se ha ido ampliando, sin cesar y sucesivamente, el número de los que lo querían comprender, de los que, educados por la frecuentación de las obras y los textos adecuados, acaban por respetar ese arte moderno y considerarlo expresión natural de nuestro tiempo. Son muchos los que repiten, con José Luis Borges:

"¡Oh dicha de entender, mayor que la de imaginar o la de sentir!",

hechizados por lo que hicieron los que se acercaban al fondo del mismo, por más que cada uno interpretase el camino de aproximación de modo diferente. Hay que preguntarse por qué y cómo el desarrollo de nuestra civilización ha llevado a estos planteos y con qué voluntad bien intencionada y auténtica desean obtener una respuesta eficaz e inteligible. No se puede comprender ni la amplitud de la subversión traída por el arte moderno ni su despliegue tumultuoso, si no se vé en ello la expresión de una de las rupturas mayores que han aparecido

en el desarrollo de la especie humana. Ya nos hemos referido con anterioridad al hecho de que ni el Renacimiento, con ser la liquidación de la Edad Media - aunque sin alteración ideológica profunda del género de vida occidental supuso un cataclismo semejante a la regulación de las fuerzas naturales por el hombre, a la aparición de la *velocidad* como parámetro significativo en las fórmulas físicas, a las *vivencias* múltiples proporcionadas por el método experimental, al gran descubrimiento del "caos dentro de un orden", que conjuga las nociones de "determinismo", "azar", "libertad" y "causalidad", endureciendo a la vez lo incompatible de su encuentro. Todo esto ha ido interponiendo entre el mundo y el ser humano una representación que él mismo ha de esforzarse en hacer "eficaz" e "inteligible", y que a medida que nuestra época moderna vá tomando cuerpo se vá haciendo más evidente. Con ello, la Naturaleza vá perdiendo prestigio, hasta el punto de precisar de la asistencia humana, (según dan fe los numerosos movimientos de asistencia ecológica, las múltiples fundaciones de conservación de especies protegidas, todas las campañas de reciclado de los más inverosímiles productos etc. etc.). Ya no quedaba al arte más que llevar a su propio dominio los valores nuevos, lo que no era fácil (no reduplicamos la cita del Prof. Racionero por probidad académica, pero enviamos al lector a dichas citas que figuran en el prefacio a las incidencias históricas, donde encontrarán bella y profundamente explicadas estas dificultades).

¿Debe el arte moderno presentar o expresar imperativamente las características más salientes o importantes de la evolución actual?. Al parecer, a través de la historia, la función más importante del arte ha sido siempre traducir su época. Pero como estamos en el

punto final de las conclusiones, no será ocioso detenernos a puntualizar la cuestión (al final del capítulo, se disponen estrictamente formuladas las conclusiones, despojadas de cuantas razones han servido para llegar a ellas).

La pregunta que figura en el primer lugar del párrafo anterior requiere una respuesta tan inequívoca como no concluyente: **Sí**. Pero sin perder de vista que *todo* cuanto ha pasado desde las obras del arte antiguo a la historia de hoy, representa siglos y siglos de vida alquitarada, de principios, de tradiciones, de errores y rectificaciones, de temores y heroísmos, de doctrinas y refutaciones y páramos, por no seguir una enumeración enojosa y siempre incompleta, la sustituiremos por un parámetro temporal, con la amplitud que se nos antoje, y una nueva pregunta: ¿cuantas formas de nuestro arte de hoy vamos a lanzar a la palestra, para no dejarlo desprovisto de explicaciones ante cualquier razonamiento en contra hecho desde las filas del arte que podríamos llamar tradicional?. En esas estamos, y cualquier cita concreta podrá ser - o parecer - caprichosa. Hemos de formular, de todos modos, las conclusiones que razonablemente correspondan:

Habida cuenta de los siglos y épocas transcurridos representando formas artísticas anteriores, el gran aparato teórico creado en su entorno, las inmensas cantidades de obras que han ido formando el gusto y los hábitos de la percepción, sería tan injusto como arriesgado no emprender seriamente el estudio de nuestro arte contemporáneo.

Este estudio debe incluir tanto las formas radicalmente nuevas como las tradicionales afectadas a veces por conceptos nacientes de lo que se aproxima.

Con todo, se impone una separación entre ambas formas en función de a) los nuevos materiales, b) los nuevos conocimientos, c) las nuevas formas de "contentamiento".

A este último matiz corresponde toda la serie de fórmulas nuevas - el decorativismo, el simple agrado, que se detiene siempre ante las grandes ideas, lo "bonito" vs. lo "bello", etc.; que hacen que, productos aparentemente accesorios, no se incluyan - ¿porqué? - entre los grandes conceptos.

A fin de facilitar esta inclusión, conviene establecer *cautelamente* - y el tiempo, pero mucho tiempo después, dirá si esto era verdad o mera aprensión - que existe una evidente cesura entre ambos mundos.

Ya fuera de las conclusiones, osadamente queremos avanzar, a título personal, contra viento y marea, contra tirios y troyanos, que eso del "Ars perennis" sigue y seguirá siendo objeto de discusión, y nuestro juicio personal se inclina contra esa idea, después de pasar muchos años rodeados de *otro Arte*.

Y por no acabar estas conclusiones feamente, con el clásico "díjolo Blas, punto redondo", reproduciremos las palabras que pone Pierre Francastel como finales de su libro "Arte y Técnica" :

"Creemos haber demostrado que ciertos intentos del arte moderno revelaban un extraordinario acuerdo con los descubrimientos de la ciencia y de la técnica actuales. Existe un arte de nuestro tiempo. (...) No podemos decir que se vislumbre el indicio de un nuevo equilibrio. Sepamos al menos estudiar, con objetividad y curiosidad, un fenómeno de mutación de las formas y de los valores sin igual desde varias generaciones.

Seamos conscientes de que si el mundo de mañana no tiene más oportunidades que los demás de volverse justo, tiene al menos, una, ligada al destino del arte actual: la de encarnar en unas obras, a la vez útiles y desinteresadas, ciertas nuevas formas de belleza, que sólo podrán surgir del encuentro de todas las técnicas, en que se encarna también el poder del hombre para transformar el orden positivo y figurativo del universo".

BIBLIOGRAFÍA

PRELIMINARES

- Borges, José Luis: *"La escritura de Dios"*.
- MacHale, John: *"The future of the Future"*, New York 1.969.
- Ortega y Gasset, José: *"La Deshumanización del Arte y otros ensayos de estética"*, sección primera, *"Arte de este mundo y del otro"*, pág. 97.
- Weil, Pascale: *"A quoi rêvent les années 90"*, editorial du Seuil. Paris 1.993.
- *"Quien es quien en la literatura española"*, ed. Instituto Nacional del Libro Español. Madrid 1.969.

INCIDENCIAS HISTÓRICAS

- Mumford, Lewis : *"Technics and Civilizations"*, 1.934.
- Mumford, Lewis: *"The culture of cities"*, 1.938.
- Mumford, Lewis: *"The City in History. Its Origins, its Transformations and its Prospects"*.

INCIDENCIAS ESTÉTICAS

(Incluye el color, la abstracción, el jazz, así como el estudio de épocas **artísticas** posteriores al Renacimiento, que pueden ser lo mismo los barrocos, el neo-clasicismo, el romanticismo etc., que pueden hacer referencia a obras o notas cuyo conocimiento puede considerarse relevante o simplemente útil, por muy someras que estas sean, para acercarse al arte de hoy.)

La estética

- Adorno, T.W. : *"Teoría estética"*, ed. Taurus col. Humanidades (bien el capítulo sobre lo feo, lo bello y la técnica, así como la crítica de la belleza natural). Madrid 1992.
- Aguilera Cerní, Vicente : *"Once ensayos sobre Arte"*, ed. Fundación Juan March, col. Ensayos. Madrid 1.975.
- Aguilera Cerni, V. : *"Posibilidad e imposibilidad del Arte"*, ed. Fernando Torres. Valencia 1.973.
- Apollinaire, Guillaume : *"Meditaciones Estéticas. Los pintores cubistas"*, ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa. Madrid 1.994.
- Aranguren, José Luis López : *"La filosofía de Eugenio D'Ors"*, editorial Espasa, col. Austral nº 87. Madrid 1.981.

-
- Arce, J : "*La frontera*", ed. Alianza, El libro de bolsillo, sec. Humanidades, nº 1.770. Madrid 1.995.
 - ARCO 96, ed. Arco, Madrid, Febrero 1.996.
 - Arean, Antonio Carlos : "*Treinta años de arte español*", ed. Guadarrama. Madrid 1.972.
 - Arean, Antonio Carlos : "*Veinte años de pintura de vanguardia en España*", editorial Nacional. Madrid 1.961.
 - Argan, Giulio Carlo : "*El Arte Moderno*", ed. Akal. Madrid 1.991.
 - Arheim, Rudolf : "*Nuevos ensayos sobre psicología del Arte*". ed. Alianza, col. Alianza Forma. nº 87. Madrid 1.989.
 - Ashton, Dore : "*La escuela de Nueva York*", ed. Cátedra, cuadernos de arte Cátedra. Madrid 1.988.
 - Assunto, Rosario : "*La antigüedad como futuro*", ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa. Madrid 1.990.
 - Balthasar, Hans Urs von : "*Gloria. Una estética teológica. Edad Moderna*", ed. Encuentro, vol. 5. Madrid 1.988.
 - Barañano, Kosme M^a de : "*Criterios sobre la Historia del Arte*", ed. Rekalde. San Sebastian 1.963 (notables anotaciones bibliográficas sistematizadas sobre la teoría del Arte, psicología del Arte e Historia del Arte).
 - Baudelaire, Charles : "*El pintor de la vida moderna*", ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos. Murcia 1.995.

-
- Baudelaire, Charles : *"Lo cómico y la caricatura"*, ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa nº 25. Madrid 1.989.
 - Baum, W. : *"Ludwig Wittgenstein"*, ed. Alianza, El libro de Bolsillo. nº 1.356. Madrid 1.988.
 - Bayer, R : *"Historia de la Estética"*, ed. Fondo de Cultura Económica, 6ª edición. México 1.993.
 - Benjamin, Walter : *"Discursos interrumpidos"*, ed. Taurus, col. Humanidades nº 16. Madrid 1.992.
 - Benjamin, W. et all. : *"El Museo: historia, memoria, olvido"*, Revista de Occidente nº 177. Madrid 1.996.
 - Berger, John : *"Ways of Seeing"*, ed. Penguin Books, col. Pelican Original, 8th reprint.
 - Bourdieu, Pierre : *"Las reglas del Arte"*, ed. Anagrama, col. Argumentos nº 167. Barcelona 1.995.
 - Bouveresse, Jacques : *"Wittgenstein y la estética"*, ed. Universidad de Valencia, col. Estética y Crítica. Valencia 1.993.
 - Bozal, Valeriano : *"Arte del Siglo XX en España. 1.939-1.990"*, Tomo II, Tomo I, 1.900 - 1.939; ed. Espasa, col. Grandes obras de Bolsillo. Madrid 1.995.
 - Brihuega, Jaime : *"La vanguardia y la República"*, ed. Cátedra, col. Cuadernos de Arte Cátedra, 1.982.
 - Brihuega, Jaime : *"Manifiestos, Programas, Panfletos y Textos Doctrinales. Las Vanguardias artísticas de España 1.910 - 1.931"*, ed. Cátedra, col. Cuadernos de Arte Cátedra. Madrid 1.982.

-
- Brown, T.S. : *"Psicología fisiológica"* - P.M.Wallace Nueva Editora Interamericana - Méjico - España - NY - Brasil - Colombia - Venezuela - 1.985.
 - Cateleen am Riva : *"Prints of the Twentieth Century: a history"*, ed. Thames and Huston. London 1.976.
 - Checa Cremades, Fernando : *"Guia para el estudio de la historia del Arte"*, ed. Cátedra. cuad. de Arte Cátedra. Madrid 1.987.
 - Chirico, de. Giorgio : *"Sobre el arte metafísico"*, ed. Colegio Oficial de Arquitectos y Arquitectos Técnicos nº 23. Murcia 1.990.
 - Cirlot, Juan Eduardo : *"La pintura contemporánea. 1.863-1.963"*, ed. Seix Barral. Barcelona 1.963.
 - Clark, Kenneth : *"Ruskin to-day"*, ed. Penguin. G.B 1.964.
 - Constans, Claire : *"Le XXème siècle. I vol"*, ed. Rèunion des Musées Nationales. Paris 1.982.
 - Constans, Claire : *"Le XXème Siecle. III"*, ed. Rèunion des Musées Nationales. Paris 1.983.
 - Croce, B. : *"Breviario de estética"*, ed. Espasa, col. Austral 2ª edición. Argentina 1.940.
 - Curtius, Ernst Robert : *"El espíritu francés en el siglo XX"* ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa. Madrid 1.982.
 - Delgado-Gal, Alvaro : *"La esencia del Arte"*, ed. Taurus. Madrid 1.996.
 - Derrida, Jacques : *"La escritura y la diferencia"*, ed. Anthropos. Barcelona 1.989.
 - Dupuy, Maurice : *"La filosofía alemana"*, ed. Oikos-Tau, col. ¿qué sé? nº 114. Barcelona 1.976.
 - Faure, Elie : *"Historia del Arte. El arte moderno -2-"*, ed. Alianza. Madrid 1.992.

-
- Fischer, Ernst : *"La necesidad del Arte"*, ed. Nexos. Barcelona 1.989.
 - Francastel, Pierre : *"La realidad figurativa"*, ed. Paidos, Barcelona, Buenos Aires, México, Col. Paidos / Estética nº 16 y 17 (2 Vols.) 1.988.
 - Frege, Gottlieb : *"Ecrits logiques et philosophiques"*, ed. du Seuil. 1.971.
 - Gadamer, Hans George : *"La actualidad de la belleza"*, ed. Paidos Iberica. Barcelona 1.991.
 - Gage, John : *"Color y Cultura. La práctica y el significado del color de la Antigüedad a la abstracción"*, ediciones Siruela 1.993, págs 207, 208-9, 228, 230, 236, 243-4 y 298 n 91 y n. 93.
 - García Bacca, J.D. : *"Necesidad y Azar"*, ed. Anthropos, col. Pensamiento crítico/Pensamiento utópico, nº 13. Barcelona 1.985.
 - García Viñó, M. : *"Como entender el arte moderno"*, Iberico europeo de ediciones. Madrid 1.984.
 - Genett, Gérard : *"L'oeuvre de l'art"*, ed. du Seuil. Paris 1.944.
 - Gómez de la Serna, Ramón : *"Cinelandia"*, ed. Valdemar. Madrid, 1.995.
 - Gómez de la Serna, Ramón : *"El torero Caracho"*, ed. Espasa, col. Austral nº 1.441. Madrid 1.969.
 - Gómez de la Serna, Ramón : *"Greguerias"*, ed. Cátedra, col. Letras Hispánicas. Madrid 1.993.
 - Gómez de la Serna, Ramón : *"Greguerias 1940"*, ed. Espasa col. Austral nº 143. Madrid 1.940.

- Gómez de la Serna, Ramón : *"La viuda Blanca y Negra"*, ed. Cátedra, col. Letras Hispánicas. Madrid 1.988.

- Gómez de la Serna, Ramón : *"Lope viviente"*, ed. Espasa-Calpe Argentina. Buenos Aires 1.954.

- Gómez de la Serna, Ramón : *"Una teoría personal del Arte"*, ed. Tecnos col. Metrópolis. Madrid 1.988.

(Interrumpimos aquí las referencias bibliográficas de la obra de Gómez de la Serna, toda vez que está anunciada la próxima aparición de su obra completa, lo que permitirá leerlo sin experimentar las dificultades de buscar unos libros tan dispersos como interesantes. Es de esperar que no tarden en verse en las librerías, porque además es una obra muy extensa ...)

- Goodman, Nelson : *"Maneras de hacer mundos"*, ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa nº 30. Madrid 1.990.

- Goutman, Ana : *"La Aventura de los sonidos"*, ed. Almagesto. Buenos Aires 1.992.

- Gray, Rockwell : *"Ortega"*, ed. Espasa-Calpe. Madrid 1.994.

- Guitton, J. : *"Lo absurdo y el Misterio"*, ed. Euricep. Valencia 1.991.

- Heimsoeth, Heinz : *"Los seis grandes temas de la metafísica occidental"*, ed. Alianza. Madrid 1.990.

- Hutchison, Francis : *"El origen de la idea de belleza"*, ed. Tecnos. Madrid 1.992.

- Huxley, A. : *"La Philosophie éternelle"*, ed. du Seuil. Paris 1.977.

-
- Janek & Toulmin S. : *"La Viena de Wittgenstein"*, ed. Taurus, col. Ensayistas. nº 126. Madrid 1.987.
 - Julian, Inmaculada : *"El arte cinético en España"*, editorial Cátedra, Cuadernos Arte, 1.986.
 - Kandinsky, W. : *"La gramática de la creación"*, ed. Paidós, col. Paidós Eztética nº 10. Barcelona 1.985.
 - Kehrer Hugo : *"Alemania ante España"*, ed. Aguilar. Madrid 1.966.
 - Kenny, A. : *"El legado de Wittgenstein"*, Siglo XXI editores, Madrid 1.990.
 - Koenigswald, G.H.R.N. von : *"Historia del hombre"*, ed. Alianza, col. El libro de Bolsillo nº 307. Madrid, 6ª ed. 1.984.
 - Kraft, Victor : *"El círculo de Viena"*, ed. Taurus, col. ensayistas nº 45. Madrid, 2ª reimpr. 1.986.
 - Kripke, Saul W. : *"Reglas y lenguaje privado"*, ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México 1.989.
 - Lee. W. Rensselaer : *"La teoría humanística de la pintura"*, ed. Cátedra, col. Ensayos de Arte Cátedra. Madrid 1.982.
 - Léger, F. : *"Funciones de la Pintura"*, ed. Paidós. Ibérica, col. Paidós, Estética. Barcelona 1.983
 - León Tello, de, Fco. José : *"La Estética y la Filosofía del Arte en España en el Siglo XX"*, Fund. Nácher. Valencia 1.983.
 - León Tello, de, Fco. José : *"Tratadistas españoles del Arte en Italia en el Siglo XVIII"*, ed. Universidad Complutense. Madrid 1.981.

-
- Levinas, E. : *"Ética e infinito"*, ed. Visor, col. La balsa de la Medusa. Madrid 1.991.
 - Lezama Lima, José : *"La materia artizada"*, Críticas de Arte ed. Tecnos, col. Metrópolis. Madrid 1.996.
 - Lippard, Lucy R. : *"El pop art"*, ed. Destino. Barcelona 1.993.
 - Llorente, Angel : *"Arte e ideología en el franquismo"*, ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa. Madrid 1.995.
 - López Churra, Oswaldo : *"Estética de los elementos plásticos"*, ed. Labor, Nueva Colección nº 25. Barcelona 1.971.
 - Lozano Bartolozzi, M^a del Mar : *"Las claves del arte abstracto. Cómo interpretarlo"*, ed. Planeta. Barcelona 1.990.
 - Lucie Smitt, E. : *"Movimientos artísticos desde 1.945"*, ed. Destino. Barcelona 1.991.
 - Lypovetsky, Gilles : *"El imperio de lo efímero"*, ed. Anagrama. Barcelona 1.990.
 - Sucre, José María : *"Catálogo primer Salón de Octubre"*. Barcelona 1.948.
 - Wentzel. Jamnitzer : *"Perspectiva Corporium Regularium"*, ed. Siruela. Madrid 1.993
 - Zanoletti, Gabriela : *"Estética española contemporánea"*, editorial Museo e Instituto de Humanidades "Camón Aznar" Zaragoza pags 179 y ss.

El color y el Jazz

- Albers, Josef : *"La interacción del color"*, Alianza Forma 1.993.
- Bousatin : *"Historia de los colores"*, ed. Paidós Ibérica, col. Paidós nº11. Barcelona 1.988.

- Lèvy-Straus : *"Mito y significado"*, ed. Alianza, Sec. Humanidades 1.228. Madrid 1.987 (bien el estudio sobre la música: págs. 67 y ss.) .

La evolución de las formas estéticas

- Bohr, David : *"La totalidad y el orden implicado"*, ed. Kairós. Barcelona 1.992.
- Bozal, Valeriano : *"El arte y sus creadores. Modernos y Posmodernos"*, Col. Historia 16 nº 50, 1.989.
- Brèton, André : *"Manifiestos del Surrealismo"*, ed. Labor. Barcelona 4ª edición, 1.985.
- Brèton, André : *"Manifiestos del Surrealismo"*, ed. Labor, (resume los comentarios a la sucesivas versiones) col. Nueva Serie nº 12.
- Bruyne, De la : *"La Estética de la Edad Media"*, ed. Visor, col. La Balsa de la Medusa nº 15. Madrid 1.988.
- Burckhardt, Jacob : *"La Cultura del Renacimiento en Italia"*, ed. Losada. Buenos Aires 1944.
- Cirlot, Juan Eduardo : *"El mundo del objeto a la luz del Surrealismo"*, ed. Anthropos. Barcelona 1.986.
- Diaz Plaja, Guillermo : *"Estudios románticos"*, ed. Casa-Museo de Zorrilla. Valladolid 1.975.
- Diaz Plaja, Guillermo : *"Introducción al Estudio del Romanticismo Español"*, ed. Espasa. Madrid 1.936.
- Duplessis, Ivonne : *"El surrealismo"*, ed. Oikos-Tau, Barcelona 1.972.

-
- Entrambasaguas, Joaquin de : "*La determinación del Romanticismo Español y otras cosas*", ed. Apolo. Barcelona 1.939.
 - Francastel, Pierre : "*Peinture et société. Naissance et destruction d'un espace plastique. De la Renaissance au Cubisme*", ed. Audin. Lyon 1.951.
 - García de Capri, Lucía : "*La pintura surrealista española. 1.924 - 1.936*", ed. Istmo. Madrid 1.986.
 - Gleizes A. & Metzinger, J. : "*Sobre el cubismo*", ed. Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos. Murcia 1.986.
 - Hernando, Javier : "*El pensamiento Romántico y el Arte en España*", ensayos arte Cátedra, edición 1.995.
 - Hurtado y J. de la Serna, Juan y González Palencia, Angel : "*Historia de la literatura española*", Tomos I y II, editorial Saeta, edición 1.940
 - Kokshka, Klimt and Scheler : "*Un sueño vienés*", Fundación March. Madrid 1.995.
 - Modernismo (Adelantados del ...) ed. BBV, sobre la exposición del mismo título patrocinada por el Banco.
 - Sarrailh, J. : "*La España Ilustrada de la segunda mitad del Siglo XVIII*", Fondo de Cultura Económico. Madrid 1.974.
 - Schold, R. P : "*Trayectoria del romanticismo español*", Castalia, pág. 79. Madrid 1.983.
 - VV. AA. : "*The Arts during the Renaissance*" en "*The Renaissance: Essays on interpretation*" Penguin. London 1.982, págs. 238 y ss.
 - Walderberg, Patrick : "*Surrealism*", The world of art library, 1.978.

Abstracción

- Blok, Cor : "*Historia del Arte Abstracto, 1.900-1.960*", ed. Cátedra, col. Cuadernos de Arte. Madrid 1.987.
- Cirici, Alejandro : "*L' Art Català Contemporani*", ed. Alianza, Gustavo Gili. Barcelona 1.970.
- Cirlot, Lourdes : "*El grupo dau-al-ser*", ed. Cátedra, cuad. de Arte Cátedra. Madrid 1.986 .
- Cirlot, Lourdes : "*Las claves de las vanguardias artísticas en el siglo XX*", ed. Planeta. Barcelona 1.991.
- Doesburg, Theo Van : "*Principios del nuevo arte plástico*", ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos, col. nº18. Murcia 1.985.
- Ecole de Paris 1.956-1.976 : "*Abstracción lírica*", Exp. Dir. Gral. del Patrimonio Artístico, 1.979.
- Equipo 57 Catálogo de la expo. en el museo Reina Sofía, Septiembre-Noviembre 1.993.
- Expresionistas Alemanes ed. Ministerio de Cultura & Caixa de Pensions promotores, realizadores Buchlein Verlag 1.981.
- García - Viñó, M. : "*Pintura española no figurativa*", ed. Guadarrama. Madrid 1.968.
- Gash, Sebastiá : "*Record del Saló d'octubre*", Galeria Arturo Ramón. Barcelona 1.975.
- Gullón, Ricardo : "*De Goya al arte abstracto*", Gustavo Gili. Madrid 1.972.
- Janik, E.A. & Toulmin, S : "*La Viena de Wittgenstein*" ed. Taurus, col. Ensayistas, nº 126. Madrid 1.987.

-
- Jantsch, Erik J. et all. : *"Pronósticos de futuro"*, ed. Alianza col. El Libro de Bolsillo nº 255. Madrid 1.970.
 - Jiménez Blanco, M^a Dolores : *"Arte y Estética en la España del Siglo XX"* ed. Alianza, col. Alianza/Forma nº 83. Madrid 1.980.
 - Kandinsky, M. : *"De lo espiritual en el arte"*, ed. Labor ,col. Labor nº 9. Barcelona 1.991.
 - Kandinsky, M : *"Punto y línea sobre el plano"*, ed. Labor, col. Labor. Barcelona 1.991.
 - Kenng, A. : *"El legado de Wittgenstein"*, Siglo XXI editores. Madrid 1.990.
 - Kokoshka, Klimt & Scheler : *"Un sueño vienés"* Fund. March, 1.995.
 - Kraft, Victor : *"El círculo de Viena"*, ed. Taurus, col. Ensayistas nº 45, 2ª reimpr. Madrid 1.986.
 - Kripke, W. : *"Reglas y lenguaje privado"*, ed. Universidad Nacional Autónoma de Méjico. Méjico 1.989.
 - Kuhn. Th. : *"La estructura de las revoluciones científicas"*, ed. Fondo de Cultura económico, México, nº 213, col. Breviarios, 15ª reimpr. México 1.992.
 - Maltese, Corrado : *"Las técnicas artísticas"*, ed. Cátedra, col. Manuales Arte Cátedra.. Madrid 1.980 (para una información apresurada, se pueden leer las páginas 406 a 436 y las páginas 439 a 457).
 - Ortega y Gasset, J. : *"El hombre y la gente"*, ed. Revista de Occidente en Alianza. nº 8, 4ª edic. Madrid 1.984.
 - Ortega y Gasset, J. : *"La idea de principio en Leibniz"*, ed. Revista de Occidente en Alianza, nº 3, 3ª reimpr. Madrid 1.992.

- Ortega y Gasset J. : *"Sobre la razón histórica"*, ed. Revista de Occidente en Alianza, col. n° 2, 3ª edic. Madrid 1.983.
- Ortega y Gasset, J. : *"Una interpretación de la Historia Universal"*, ed. Revista de Occidente en Alianza n° 4, 2ª edic. Madrid 1.994.
- Revista de Occidente, n° 166, Marzo, 1.995 (buena revista sobre el J. Bergamín poeta y ensayista).

Nuevos Realismos

- Lamo de Espinosa, Emilio : *"Sociedades de Cultura, Sociedades de Ciencia"*, ed. Nobel. Oviedo 1.996.
- Sager, Peter : *"Nuevas formas de realismo"*, Alianza Editorial, Madrid 1.981.

INCIDENCIAS TECNOLÓGICAS

- Aukstakalns, Steve y Blatner, David : *"El espejismo de silicio"*, editado Stephen F. Roth. Barcelona 1.993.

-
- Bauham, R. : *"Teoría y diseño en la primera edad de la máquina"*, ed. Paidós, col. Paidós estética. Madrid 1.988.
 - Carroll, Lewis : *"Alicia a través del espejo"*, ed. Alianza, col. El libro de Bolsillo nº 455, 12 reimpr. Madrid 1.992.
 - Carroll, Lewis : *"El juego de la lógica"*, ed. Alianza, col. El libro de bolsillo, 10ª reimpr. nº 363. Madrid 1.990.
 - Casey Larjani, L. : *"Realidad Virtual"*, ed. McGraw-Hill. Madrid 1.994.
 - De Elzaburu Márquez, Fernando : *"El futuro habla en alto"*, ed. Mezquita. Madrid 1.983.
 - Ekeland, Ivar : *"Al azar: La suerte, la ciencia y el mundo"*, ed. Gedisa. Barcelona 1.992.
 - Hear, Donald y Baker, M. Pauline : *"Graficas por computadora"*, ed. Prentice Hall. México 1.988.
 - Keim, Jean K. : *"Historia de la fotografía"*, ed. Oikos-tau. Barcelona 1.971 .
 - Lampton, Christopher : *"Nanotecnología y micromáquinas"*, ed. Anaya multimedia. Madrid 1.994.
 - Lavroff, Nicholas : *"Mundos virtuales. Realidad Virtual y Ciberespacio"*, ed. Anaya multimedia. Madrid. 1994.
 - Le Bot, Marc : *"Pintura y maquinismo"*, ed. Ensayos arte cátedra. Madrid 1.979.
 - López Lorente, Francisco Javier : *"Ilustración y diseño con ordenador"*, ed. Rama. Madrid 1.992.
 - Mitcham, Carl : *"¿Qué es la filosofía de la tecnología?"*, Anthropos, editorial del hombre. 1.989.

-
- Negroponte, Nicholas : *"El mundo digital"*, ediciones B. Barcelona 1.995.
 - Pagels, Heinz R. : *"Los sueños de la razón: El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad"*, ed. Gedisa. Barcelona 1.991.
 - Postman, Neil : *"Tecnópolis: La rendición de la cultura de la tecnología"*, ed. Circulo de Lectores, Galaxia Gutemberg. 1.994.
 - Prata, Stephen : *"Vida artificial: La evolución en la punta de sus dedos"*, ed. Anaya Multimedia. Madrid 1.994.
 - Rheingold, Howard : *"Realidad Virtual: Los mundos artificiales generados por ordenador que modificarán nuestras vidas"*, ed. Gedisa. Barcelona 1.994.
 - Simons, G.L. : *"Introducción a la inteligencia artificial"*, ed. Díaz de Santos. 1.987.
 - Woolley, Benjamin : *"El universo virtual"*, ed. Acento. Madrid 1.994.

Fotografía

- Benjamin, Walter : *"Discursos interrumpidos"*, tienen como anexo una breve historia de la Fotografía, ed. Taurus, col. Humanidades nº 16. Madrid 1.992.
- Da Vinci, Leonardo : *"Dibujos, Notas de Augusto Marinoni"*, editorial Debate. Madrid 1.987
1ª ed.
- Francastel, Pierre : *"Arte y Técnica en los siglos XIX y XX"*, ed. Debate. Madrid 1.990.
- Sougez, Marie-Loup : *"Historia de la fotografía"*, editorial Alianza, Cuadernos de Arte Cátedra, 5ª edición, 1.994.

Holografía

- Exposición patrocinada por la dirección general de Bellas Artes y la dirección de los museos estatales. *"Ciencia y arte. Museo Nacional de Ciencia y Tecnología"*, Madrid octubre /diciembre 1.992.
- Ciencia y arte. Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. Madrid Octubre /diciembre 1992. Exposición patrocinada por la dirección general de Bellas Artes y la dirección de los museos estatales
- Iovine, J. : *"La Holografía"*, ed. McGraw Hill. Madrid 1.991.
- Jiménez Blanco, M^a Dolores : *"Arte y Estado en la España del Siglo XX"*, col. Alianza/Forma nº 83. Madrid 1.980.

Láser

- Láser: información recabada por Internet
- Mauldin, J.H. : *"Luz, Láser y Óptica"*, ed. McGraw Hill Interamericana. Madrid 1.992.

Realidad virtual

- Boltz, N. : *"Eine kurze Geschichte des Scheins"*, Munich Fink Verlag 1.991, pág 123.

-
- Briggs, J. y Peat, F.D : *"Espejo y reflejo: Del caos al orden"*.
 - Granger, Gilles_Gaston : *"Le Probable, Le Possible et le virtuel"*, editions Odile Jacob, Février, 1.995. El autor es un antiguo profesor de epistemología comparativa en el Collège de France, y autor de "Pour la connaissance philosophique" y "La Vérification".
 - Maldonado, Tomás : *"Lo real y lo virtual"*, editorial Gedisa, 1.994. Barcelona 1994.
 - Panofski, Erwin : *"Die Perkspective als symbolische Form"*, editorial Vorträge der Bibliothek Wasburg 1.925, y más tarde por B.G. Teubner, Leibzig-Berlin, apareció en 1.927, siendo la 1ª edición española, de Clotet-Tusquets, Barcelona, en Julio, 1.973, págs. 10 y ss.
 - Piaget, Jean : *"La construction du réel chez l'enfant"*, editorial (1.967a), Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1.973.
 - Quéau, Philippe : *"Lo virtual. Virtudes y vértigos"*, éditions Champ Vallon et Institut National de l'Audiovisual 1.993, pág 42.
 - Rheingold, Howard : *"Realidad Virtual"*, editorial Gedisa, colección Limites de la Ciencia, volumen 24, edición 1.994.

El arte asistido por ordenador

- Angell, Ian O. : *"Computer Geometric Art"*, Dover Publication, New York, 1.985, Dover Pictorial Archive series.
- Horemis, Spyros : *"Optical and Geometrical Art"*, Patterns and Designs, ed.Dover. New York 1.970.

- Lamo de Espinosa, Emilio : "*Sociedades de cultura, Sociedades de Ciencia, ensayos sobre la condición moderna*", ediciones Nobel 1.996.
- Larcher, Jean : "*Geometrical Design and Optical Arts*", Dovers Publications, New York 1.974.
- Prueitt, Melvin L. : "*Computer Graphics, 118 Computer generated design*", Dover Publications, New York 1.975. Dover Pictorial Archive series.

INCIDENCIAS CIENTÍFICAS

- Anscombe, G.E.M. : "*Intención*", ed. Paidós col. Pensamiento Contemporáneo nº 16. Barcelona 1.991.
- Apèry et al. : "*Pensar la matemática*", ed. Tusquets, col. cuadernos ínfimos nº 114, 2ª edic. Barcelona 1.988.
- Arbid, M.A. : "*Cerebros, Máquinas y Matemáticas*", ed. Alianza, col. Alianza Universidad nº 158. Madrid 1.987.
- Arregui, J.V. : "*Acción y sentido en Wittgenstein*", ed. EUNSA, Pamplona 1.984.
- Carroll, Lewis : "*Matemática Demente*", ed. Tusquets, col. Cuadernos Marginales nº 45, 7ª edición. Barcelona 1.995.
- Chalmers, A.F. : "*¿Que es esa cosa llamada ciencia?*", ed. Siglo Veintiuno. Madrid 1.991 (bueno el estudio sobre la "falsación", pags. 59 a III).

-
- Díaz Plaja, Guillermo : *"Estudios románticos"*, ed. Casa-Museo de Zorrilla. Valladolid 1.975.
 - Dummet, Michel : *"La philosophie des mathématiques de Wittgenstein"*, artículo Revue des éditions de Minuit, Cahier de Philosophie nº43. Paris 1.994.
 - Dupuy, Maurice : *"La filosofía alemana"*, ed. Oikos-Tau, col. ¿qué sé? nº 114. Barcelona 1.976.
 - García Viñó, M. : *"Pintura española no figurativa"*, ed. Guadarrama. Madrid 1.968.
 - Garin E. : *"La filosofía y las ciencias en el siglo XX"*, ed. Icaria. Barcelona 1.982.
 - Ghyka, Matyla C. : *"Estética de las proporciones en la naturaleza y en las Artes"*, ed. Poseidón. Barcelona 1.983.
 - Giedion, S. : *"El presente eterno : los comienzos del Arte"*, ed. Alianza, col. Alianza Forma. Madrid 1.991.
 - Giménez Caballero, E. : *"Visitas literarias de España"*, ed. Pretextos. Valencia 1.995.
 - Giménez Caballero, E. : *"Yo, Inspector de alcantarillas"*, ed. Turner. Madrid 1.975.
 - Gleick, J. : *"Caos"*, ed. Seix Barral. Barcelona 1.985.
 - Gómez de la Serna, Ramón : *"Cinelandia"*, ed. Valdemar, Madrid 1.995.
 - Gómez de la Serna, Ramón : *"El torero Caracho"*, ed. Espasa, col. Austral nº 1.441.
 - Gómez de la Serna Ramón : *"Greguerias 1.940"*, ed. Espasa, col. Austral nº 143. Madrid 1.940.
 - Gonbricht et all. : *"Arte, percepción y realidad"*, ed. Paidós. Barcelona 1.983.
 - González Alcantud, J.A. : *"Tractatus ludorum"*, estudio del juego desde la antropología. ed. Anthropos, col. Pintores, textos y Temas. Barcelona 1.993.

-
- González, Manuel : *"Las claves del Arte: últimas tendencias"*, ed. Planeta. Barcelona 1.991.
 - Goodman, Nelson : *"Los lenguajes del Arte"*, ed. Seix Barral. Barcelona 1.976.
 - Guitton, J. : *"Dios y la ciencia"*, ed. Debate. Madrid 1.992.
 - Hayles, N.K. : *"La evolución del Caos"*, ed. Gedisa, col. Límites de la Ciencia nº 28. Barcelona 1.993.
 - Huiizinga, J. : *"Homo ludens"*, ed. Alianza, en la col. El libro de Bolsillo, nº 412, 3ª reimp. Madrid 1.990.
 - Hurtado, E. y González Palencia, A. : *"Literatura Española"*, ed. Saeta, 2 vols. Madrid 1.940
 - Kuhn, T. : *"La estructura de las revoluciones científicas"*, ed. F.C.E., col. Breviarios nº 213 , 15 reimpr. México 1.992.
 - Lang, Serge : *"El placer estético de las matemáticas"*, ed. Alianza, col. Alianza/Universidad nº 737. Madrid 1992.
 - Leyra, Ana Mª & Mataix, Carmen. : *"Arte y Ciencia. Una visión especular"*, ed. La Palma, nº 21. Madrid 1.992.
 - Lizcano, E. : *"Imaginación colectiva y creación matemática"*, ed. Gedisa / Universidad Autónoma de Madrid (capítulo de obligada lectura es el II.8, clarificador en lo que atañe a las distintas naturalezas del cero y de las cantidades imaginarias). Barcelona 1.993.
 - Malmgren, Carl D. : *"Worlds Apart. Narratology of Science Fiction"*, Indiana University Press. Blomington 1.991.
 - Marchán Fiz, S. : *"Contaminaciones Figurativas"*, ed. Alianza, col. Alianza Forma.
 - Marchán Fiz, S. : *"Historia del Cubo"*, ed. Rekaled. Bilbao 1.994

-
- Marchán Fiz, S. : *"La estética en la cultura moderna"*, ed. Alianza. Madrid 1.987.
 - Mason, Stephen. : *"Historia de la Ciencia, Vol. 5 La Ciencia en el Siglo XX"*, ed. Alianza, col. Libro de Bolsillo nº 1.180, Madrid, 1.990.
 - Méndez, José M^a : *"Finito e Infinito"*, ed. Estudios de Axiología, Madrid 1.981.
 - Monod J. : *"Le Hasard et la Nécessité"*, ed. du Seuil. Paris 1.970 (interesantes los capítulos 2, 4 y 5).

Fractales

- Drexler, Eric : *"La Nanotecnología"*, ed. Gedisa, col. Límites de la Ciencia nº 27. Barcelona 1.993.
- Laudun, I. : *"La Ciencia y el relativismo"*, ed. Alianza, col. Alianza Universidad nº 762. Madrid 1.993.
- *"Más de lo que cabe suponer: Fractales, Régimen Turbulento y Caos"*.

Caos

- Gleick, James : *"Caos. La creación de una ciencia"*, ed. Seix Barral, S.A. Barcelona, diciembre 1.994.
- *Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad*, editorial Gedisa. Octubre 1.994, Barcelona.

- Lorenz, Edward N. : *"La esencia del caos"*, ed. Debate, col. Pensamiento. Madrid 1.994.

INCIDENCIAS SOCIOLÓGICAS

- Andreski, Stanislav : *"Las ciencias sociales como forma de brujería"*, ed. Taurus. Madrid 1.973.

- Aracil, Alfredo y Delfin Rodriguez : *"El siglo XX. Entre la muerte del Arte y el Arte moderno"*, ed. Istmo, col. Fundamentos nº 80. Madrid 1.988.

- Auzias, Jean Marie : *"La filosofía y las técnicas"*, Oikos-Tau ediciones 1.965. Barcelona.

- Bärn Jr. Alfred : *"La definición del arte moderno"*, ed. Alianza, col. Alianza/Forma nº 86. Madrid, 1.989.

- Barthes, Roland : *"Système de la mode"*, ed. du Seuil, col. Essais. Paris 1.967. (subtítulo: Application de la sémiologie a un phenomène culturel).

- Baudrillard, Jean et all : *"Análisis de Marshall McLuhan"*, ediciones Buenos Aires. Barcelona 1.982.

- Benjamin, Andrew et all. : *"The problems of modernity"*, Routledge. London y New York 1.989.

- De Vicente, Alfonso : *"El arte en la postmodernidad, todo vale"*, ediciones del Drac. Barcelona 1.989.

-
- Diaz Plaja, Guillermo : *"Modernismo frente a noventa y ocho"*, selecciones Austral, espasa calpe S.A. Madrid 1.979.
 - D'Ors, Eugenio : *"La filosofía del hombre que trabaja y que juega"*, ed. Libertarias/Produfi. Madrid 1.995
 - Eco, Umberto et all : *"La nueva edad media"*, Alianza editorial 1.974.
 - Fernández de la Mora, Gonzalo et al. : *"Orwell : 1.984, Reflexiones desde 1.984"*, selecciones Austral, Espasa Calpe.
 - Giddens, Anthony : *"Consecuencias de la modernidad"*, Alianza Universidad 1.993, Madrid.
 - Habermas, Jürgen : *"El discurso filosófico de la Modernidad"*, ed. Taurus, col. Humanidades. Madrid 1.993.
 - Horkheimer, M. : *"Historia, Metafísica y Escepticismo"*, ed. Alianza. Madrid 1.982.
 - Izquieta, José Luis : *"La antropología social en España (1.970-1.990)"*, cuadernos de estudios filosóficos, editorial San Esteban. Salamanca 1.991.
 - Laszlo, Ervin : *"La gran bifurcación: Crisis y oportunidad; anticipación del nuevo paradigma que está tomando forma"*, editorial Gedisa 1.993.
 - Leyra, Ana Mª : *"De la experiencia artística a la Filosofía"*, ed. Península, col. Historia/Ciencia/Sociedad 33. Barcelona 1.993
 - Lovecraft, H.P. : *"El horror en la literatura"*, alianza editorial. Madrid 1.992.
 - Lyotard, Jean-François : *"La posmodernidad"*, editorial Gedisa. Barcelona 1.992 2ª edición.
 - Mair, Lucy : *"Introducción a la antropología social"*, alianza universidad. Madrid 1.988.

-
- Maliandi, Ricardo : *"Dejar la Posmodernidad. La ética frente al irracionalismo actual"*, editorial Almagesto. Buenos Aires 1.993.
 - Moles, Abraham : *"Teoría de la información y percepción estética"*, ediciones Jucar. Madrid 1.975
 - Nouss, Alexis : *"La Modernité"*, Press Universitaires de France. 1.994.
 - Oliver, George : *"La ecología humana"*, Oikos-Tau ediciones. Barcelona 1.981.
 - Salabert, Pere : *" De la creatividad y el Kitsch meditaciones posmodernas"*, ediciones de Uno. Montevideo-Uruguay 1.989.
 - Rodriguez Magda, Rosa María : *"La sonrisa de Saturno"*, Anthropos, editorial del Hombre. Barcelona 1.989.
 - Tamba-Mecz, Irene : *"La semántica"*, ed. Oikos-Tau. Barcelona 1.989.
 - Trimarco, Angelo : *"Confluencias. Arte y crítica en la posmodernidad"*, Jullio Ollero editor. 1991.
 - Vattimo, G. y otros : *"En torno a la posmodernidad"*, Anthropos, editorial del hombre. Barcelona 1.989.
 - Watzlawick, Paul : *"El lenguaje del cambio"*, Herder. 1.992.
 - Watzlawick, Paul et all. : *"Teoría de la comunicación humana"*, Herder. 1.993.
 - Wellmer, Albrecht : *"Sobre la dialéctica de modernidad y postmodernidad"*, ed. Visor. 1.993.¹

¹ En todos y cada uno de los capítulos mencionados se ha recabado información vía Internet.

INDICE

Preliminares	1
Incidencias Históricas	8
Industrialización	15
Incidencias Estéticas	45
La Estética, via de introducción a las ciencias humanas	52
El Color y el Jazz	139
La evolución de las formas estéticas	172
La Abstracción	211
Nuevos Realismos	232
Incidencias Tecnológicas	240
La Fotografía	248
El Láser	264
La Holografía	273
La Realidad Virtual	295
El Arte asistido por ordenador	324

Incidencias Científicas	334
Fractales	351
Regímenes Turbulentos	370
El Caos	377
EL milagro de la Biología Molecular	388
Incidencias Sociológicas	407
Conclusiones	420
Bibliografía	437