

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA**

**«Movimiento, mecánica y arte:  
momentos posibles para un arte cinético»**

**Autor: Avelino Moreno de Redrojo de la Peña  
Director: Dr. D. Juan Carlos Albaladejo**

**Departamento de Pintura y Escultura**

**<<Cuando el Nous, mente, dio comienzo al movimiento, estaba separada de todo lo que era movido, y cuando ella movió, quedó separado; y mientras las cosas se movían y eran divididas, la rotación forzó mucho más aún la división>>.**

Anaxágoras, en Simplicio (Phys. 300,31 "DK 59 B 13")

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

1 OBJETIVO GENERAL.....	9
2 MOVIMIENTO. Primeros conceptos .....	10
3 CIENCIA. Primeros pensamientos y mecánica actual .....	11
4 HOMBRE. Necesidad y cultura .....	13

### CAPÍTULO I

1.1 ¿QUÉ ENTENDEMOS POR MOVIMIENTO? .....	23
---	----

### CAPÍTULO II

2.1 ¿CÓMO PERCIBIMOS EL MOVIMIENTO? .....	35
2.1.1 Sistema visual. Breve descripción. ....	38
2.1.2 Movimiento. Percepción visual.....	40

### CAPÍTULO III

3.1 ¿QUÉ NOS SUGIERE EL MOVIMIENTO?.....	48
3.1.1. Mecánica-Movimiento .....	50
3.1.1.1 LA MÁQUINA. ANTECEDENTES.....	52
3.1.1.2 LOS METALES. IMPORTANCIA DE LA METALURGIA .....	61
3.1.1.3 INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.....	67
3.1.1.4 LA RUEDA.....	70
3.1.1.5 MECÁNICA. SOCIEDAD Y CULTURA .....	79
3.1.1.6 MECÁNICA. CONSIDERACIÓN ARTÍSTICA .....	85
3.1.2. Mecánica-Arte.....	93
3.1.2.1 ÉPOCA CLÁSICA .....	96
3.1.2.1.1 Maquinaria industrial .....	99
3.1.2.1.2 Máquinas de guerra.....	102
3.1.2.1.3 Tecnología romana .....	106

3.1.2.1.4 Máquina y ciencia .....	108
3.1.2.1.5 Arte. Papel del artista .....	113
3.1.2.1.6 Mecánica y arte.....	119
3.1.2.2 EDAD MEDIA.....	123
3.1.2.2.1 Contexto histórico.....	125
3.1.2.2.2 Arte y religión.....	132
3.1.2.2.3 Mecánica.....	139
3.1.2.2.3.1 El Motor. Fuerza motriz .....	141
3.1.2.2.3.2 El movimiento. Transmisión, transformación y aplicación .....	145
3.1.2.2.3.3 El reloj. Una máquina para la ciencia.....	151
3.1.2.2.4 Mecánica y arte.....	157
3.1.2.3 RENACIMIENTO.....	167
3.1.2.3.1 Arte y naturaleza.....	171
3.1.2.3.2 Mecánica y arte.....	183
3.1.2.3.2.1 Máquinas .....	188
3.1.2.3.2.2 Artista-ingeniero.....	195
3.1.2.3.2.2.1 Leonardo da Vinci.....	198
3.1.2.3.2.2.1.1 MÁQUINAS PRODUCTIVAS.....	203
3.1.2.3.2.2.1.2 MÁQUINAS CIENTÍFICAS.....	210
3.1.2.3.2.2.1.3 LA MÁQUINA COMO OBRA GRÁFICA .....	216
3.1.2.4 REVOLUCIÓN INDUSTRIAL .....	226
3.1.2.4.1 Factores desencadenantes.....	228
3.1.2.4.1.1 Importancia de la producción .....	230
3.1.2.4.1.2 Necesidad de una gran fuerza motriz .....	233
3.1.2.4.2 Las máquinas.....	234
3.1.2.4.2.1 Importancia de La Enciclopedia.....	236
3.1.2.4.2.2 La máquina de vapor.....	239
3.1.2.4.3 El hierro .....	245
3.1.2.4.3.1 El hierro en la arquitectura.....	248
3.1.2.4.4 Artes y oficios .....	251
3.1.2.4.5 Mecánica y arte.....	255
3.1.3 Arte-Movimiento .....	257
3.1.3.1 SIGLO XX. CONDICIONANTES.....	258

3.1.3.2 REPRESENTACIONES MECANICISTAS.....	261
3.1.3.2.1 Futurismo Italiano.....	265
3.1.3.2.2 Robert Delaunay.....	276
3.1.3.2.3 Fernand Léger.....	278
3.1.3.2.4 Francis Picabia.....	283
3.1.3.2.5 Marcel Duchamp.....	289
3.1.3.2.6 Constructivismo Ruso .....	293

## **CAPÍTULO IV**

4.1 CINETISMO .....	311
4.1.1 ¿Obra cinética? o (simplemente móvil).....	314
4.1.2 Construir un arte.....	319
4.1.2.1 SENTIDO.....	320
4.1.2.2 CLASIFICACIÓN .....	340
4.1.3 Materia y energía.....	350
4.1.4 Mecánica y arte.....	352

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

• BIBLIOGRAFÍA GENERAL .....	367
• BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICO-TÉCNICA .....	368
• BIBLIOGRAFÍA ARTÍSTICA.....	370

# **INTRODUCCIÓN**

## 1 Objetivo general

Con ese primer texto de Anaxágoras haciendo referencia al "Nous" (inteligencia) como principio del movimiento podemos dar inicio a este trabajo, donde el Arte Cinético se va a convertir en el punto de mira a lo largo de todo el recorrido y donde vamos a tratar a ese fenómeno, **movimiento**, como factor o elemento principal, que estará presente a lo largo de todo el trabajo y, a la vez, nos va a servir como nexo de unión entre los otros dos términos que hemos empleado en el título (mecánica y arte). Términos que queremos enlazar, de alguna forma, para justificar o dar contenido a esa idea de Arte Cinético, como un movimiento artístico interesado en su expresión a través del mundo de la técnica y de la ciencia; donde la mecánica o la ingeniería, como disciplinas representantes de las funciones prácticas e intelectuales que van a tener que ver con todo lo relativo al estudio del movimiento y su materialización a través de las máquinas, nos van a ofrecer con éstas y la idea de su función y desarrollo, el marco adecuado para el surgimiento de un nuevo arte; en un momento determinado donde una parte de la sociedad artística se va a hacer cómplice y reflejo del mundo industrial y científico que le rodea. De lo que se trata, sería, de acercar o relacionar estas disciplinas, en teoría tan separadas, para desembocar en lo que a mediados del siglo XX se va a denominar como Arte Cinético o "**Arte del movimiento**"; término que a partir de este momento deberíamos someter a un análisis como principal protagonista y fenómeno, base de nuestros planteamientos.

- Los **medios** a emplear serán aquellos intentos, por nuestra parte, de ir buscando relaciones a lo largo de la historia del hombre, entre las disciplinas ya señaladas: mecánica y arte.

- Los **objetivos**: establecer y justificar dichas relaciones hasta la formalización de un posible Arte Cinético.

## 2 Movimiento. Primeros conceptos

En una primera toma de contacto con la idea de movimiento, podemos plantearnos una serie de preguntas básicas sobre lo que se entiende por este fenómeno; ¿Qué era para los primeros pensadores el movimiento?; ¿Qué representa este mismo concepto, para nosotros, en la actualidad?.

Realmente las definiciones que encontramos hoy día sobre el movimiento, son variadas, cada una de ellas, referida al tema, actividad o disciplina a la cual se aplique.

De forma **general** y en cualquier diccionario podemos encontrar que el movimiento se define, como: "toda acción y efecto de mover o moverse".

Aplicada a la **Física**, una definición podría ser que, el movimiento es "todo cambio de posición de un cuerpo respecto a un sistema de referencia que se considera fijo".

Si profundizamos, dentro de la Física, podemos dar otra definición más específica haciendo referencia a la **Mecánica**, y podríamos decir que el movimiento es: "cualquier cambio de posición de un punto o sistema de puntos en el espacio".

Desde el punto de vista **filosófico**, encontramos una de las primeras definiciones como, "concepto con que se designa el cambio, en general".

Por otra parte el movimiento como "fenómeno" que se percibe a través de nuestros sentidos, presenta un gran motivo de interés cuando el hombre se empieza a preguntar el por qué de las cosas. A su vez, el movimiento, que se percibe eminentemente a través de la vista, causa una de las primeras sensaciones e inquietud en la persona.

Podemos apreciar, con frecuencia, estas sensaciones en cualquier niño, cuando algo se mueve delante de sus ojos. Y también nos podemos imaginar a los primeros pensadores intentando dar una explicación a ese "fenómeno".



### 3 Ciencia. Primeros pensamientos y mecánica actual

El movimiento o "**cambio**" en general, es el concepto que van a utilizar los primeros pensadores griegos para definir e indagar sobre el origen de las cosas y la evolución de cualquier acontecimiento.

Hacia el siglo VII a. de C. se empieza a producir un cambio en el pensamiento y las ideas. El Mito no convence plenamente y se buscan explicaciones racionales a los fenómenos y a todo lo que ocurre a su alrededor. ¿Porqué hay un cambio constante?, ¿Porqué hay una evolución?, ¿Dónde está el principio del cambio?.

Hacia el siglo VI a. de C. ya es patente la búsqueda de la realidad con pensamientos que puedan desembocar en explicaciones racionales acerca de todos los fenómenos naturales; como el movimiento de los astros, la sucesión de las estaciones, las generaciones de los seres vivos, etc.

A partir de aquí, realmente, aparece un gran problema, ¿Cómo explicar la naturaleza?.

En un principio, todas las definiciones sobre fenómenos, tienden a ser muy genéricas. Cualquier "cambio" representa un movimiento, en torno al cual, todo evoluciona.

Es, **Aristóteles** (384-322 a. de C.) el que empieza a definir más específicamente todos estos fenómenos.

Divide el mundo de la ciencia en tres grandes grupos:

- **Teóricas**, las referidas al mundo de las teorías, entre las que se encuentran las Matemáticas, divididas a su vez en Aritmética y Geométrica, dedicadas a la cantidad. La Física, encargada del ser en movimiento y el cambio. Y la Teología.

- **Prácticas**, aquellas preocupadas de las acciones, como la Ética y la Política.

- **Poéticas**, ocupadas de la producción de cosas, como son las distintas artes.

A su vez dentro de la Física, Aristóteles, distingue dos clases de movimiento:

- **El movimiento natural**, referido a la tendencia natural que tiene todo elemento en su evolución, diferenciando entre el ser "en acto" y ser "en potencia"; lo que se es en un preciso momento y lo que se puede llegar a ser, en base a ese cambio natural o movimiento.

- **El movimiento violento**, que se explica; cuando, una causa ajena desplaza esa tendencia natural y se produce un cambio o movimiento brusco, fuera de lo que se considera su trayectoria natural.

La Física actual, ya no define como movimiento, todo aquello que suponga un cambio en general; sino que, considera el movimiento dentro de una parte, llamada **Mecánica** (del griego Mechaniké), o Arte mecánico, y que se encarga del estudio del movimiento de los cuerpos, las fuerzas que los provocan y su relación en los cuerpos que permanecen en equilibrio.

Esta parte de la Física, define el movimiento como "el cambio de posición de un cuerpo (punto) respecto a un sistema de referencia que se considera fijo".

Es, **Arquímedes** (287-212 a. de C.) el iniciador de la Mecánica como ciencia, realizando estudios sobre la palanca y sobre las leyes que rigen este mecanismo simple. Al tiempo que su célebre "Principio de Hidrostática".

En la actualidad podemos encontrar un cuadro muy general, que nos da una idea de como la Física clasifica su apartado de Mecánica en:

<b>Mecánica de sólidos</b>	<b>Mecánica de fluidos</b>
<p style="text-align: center;"><b>Cinemática</b></p> <p>Se encarga del estudio de los movimientos de los cuerpos, sin ocuparse de las causas que los producen.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hidrocinemática</b></p> <p>Estudia el movimiento de los líquidos.</p>

<b>Dinámica</b>	<b>Hidrodinámica</b>
Estudia dichos movimientos y las fuerzas que los provocan.	Estudia el efecto de estos movimientos.
<b>Estática</b>	<b>Hidroestática</b>
Se ocupa de los cuerpos en equilibrio, y las fuerzas que actúan sobre ellos.	Se ocupa del estudio del equilibrio de los sólidos introducidos en un líquido, de forma parcial o total.

#### **4 Hombre.** Necesidad y cultura

Toda esta catalogación de la Física moderna, y más concretamente de la Mecánica o "ciencia del movimiento", se ha venido desarrollando a lo largo de la Historia, de forma paralela a las necesidades del hombre. Y siempre, en cuanto a la adquisición de conocimientos y a la aplicación de los mismos, a fin de relacionarse y desenvolverse de la mejor forma en el medio que le rodea. Pero con respecto al mundo del Arte:

**¿Qué representa el movimiento?**

**¿Qué representa la Mecánica?**

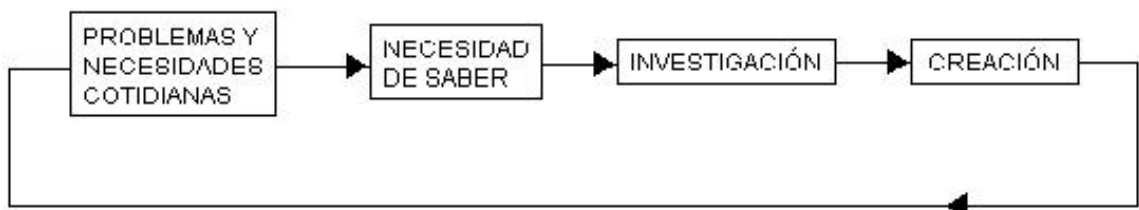
**¿Qué representa la Máquina?**

Es evidente que el mundo del arte es una parte integrante de una totalidad en la vida del hombre desde su propio nacimiento y desde su aparición en la Tierra.

La facultad que tiene el hombre y que le diferencia, básicamente, del resto de los seres vivos, es: la capacidad de pensamiento y aprendizaje; el ansia de descubrir, de saber, de crear. Eso ha llevado al hombre a evolucionar de forma rápida y en poco tiempo, apenas insignificante en la historia de la vida de este planeta.

Se puede decir que en base a una serie de premisas, innatas en el hombre, se desarrolla toda la historia y la conquista de la naturaleza.

Se podría hacer un esquema sencillo donde el hombre, para afrontar el cada día, se siente en la necesidad de **saber**; por ello necesita investigar y **deducir**, para descubrir el porqué de las cosas; en base a lo cual, toma decisiones y obra en consecuencia, aportando sus propias **soluciones**, que a su vez repercutirían en su forma de vida propia y en la de todo aquello que le rodea:



En el principio de los tiempos del "Homo Sapiens", los problemas y necesidades cotidianas eran muy básicos, se reducían prácticamente a la subsistencia y la adaptación al medio.

A medida que avanza el tiempo y el hombre ve cubiertas sus necesidades básicas, empieza a plantearse su relación con el entorno y consigo mismo, de forma diferente. Por una parte, esas necesidades básicas ya no solamente serían corporales o materiales, sino que también empezaría a tener otro tipo de necesidades, necesidades de satisfacer su propio "yo", necesidades de comunicarse como individuo, con otros de su misma especie, de formar sociedades. Al principio, sobre todo, de apoyo a la subsistencia; después más complejas, donde se plantean otros nuevos problemas derivados de la propia sociedad, necesidad de estructuras para la convivencia dentro de esa misma sociedad o en su relación con otras similares.

Posiblemente el ansia de comunicación del hombre con todo lo que le rodea y la búsqueda constante para su propia superación y dominio del entorno, hace que evolucione rápidamente y que se separe de una forma drástica del tipo de vida de los otros seres vivientes, sobre la Tierra. Empieza el nacimiento de una cultura,

cultura única y global en un principio, y que va derivando poco a poco o dividiéndose en otras dos: "**cultura material**" y "**cultura espiritual**".

Se puede decir, que la "**cultura material**" nacería como resultado directo y consecuencia inteligible, en la comunicación de este hombre con todo lo que le rodea, animales, plantas, minerales. La "**cultura espiritual**" surgiría después, como el planteamiento de racionalizar todos aquellos resultados. Algunos podrían ser entendidos y otros no. Los entendidos pasarían a formar parte de la cultura material. Los no entendidos formarían la base de la cultura espiritual, surgiría la magia y la religión.

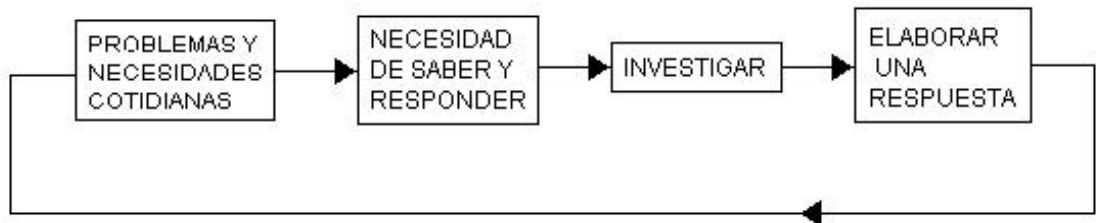
Los hombres del Paleolítico Superior, época que abarca del 30.000 al 10.000 antes de nuestra época, son los primeros que nos han dejado, de forma más notable, pruebas y testimonio de estas dos culturas. Estos hombres se limitaban a recolectar todo aquello que les rodeaba, eran eminentemente cazadores; y tanto la cultura material, con la realización de armas para la caza o vestidos para combatir las inclemencias meteorológicas; como, los cultos de caza y los ritos funerarios correspondientes a la "cultura espiritual"; se hacen evidentes de forma importante, por esta "época".

Lo que ocurre es que es muy difícil poner una frontera entre las dos culturas. En todo momento se solapan. Se encuentran cantidad de instrumentos y útiles, como muestra de la industria incipiente de la época. Y al mismo tiempo, manifestaciones artísticas en tallas y pinturas; cuyo principal motivo podría ser, no solo, la decoración del medio o el elemento o instrumento, sino formar parte de ritos o cultos de caza, ya que la mayoría de esas manifestaciones, era, la representación de animales; los animales que vivían en el mismo ecosistema y que debían cazar para alimentarse con su carne y cubrirse con sus pieles, al mismo tiempo que para aprovechar sus huesos, como materia prima, para la construcción de todo tipo de útiles: punzones, agujas, espátulas, arpones, etc.

La creencia, es, que en esta época del Paleolítico, la cultura espiritual se sustentaba principalmente en la **magia** y la **religión**. En un principio, tanto la magia como la religión, tenían un punto en común; por lo cual, intentarían dar respuesta a todo aquello que sobrepasaba los límites de la comprensión humana. Pero habría una diferencia importante en cuanto a la consecución de un fin o resultado. En el caso de la **magia** sería una cuestión de falta de entendimiento de las causas por las cuales se obtendría este fin, pero que siempre se conseguiría aplicando los mismos medios. En el caso de la **religión**, ya implicaba la creencia en seres espirituales, que intervenían por medio de ritos o ceremonias y que ayudarían a la consecución del fin; sin que todas las veces diese resultado.

En este tipo de creencias, es, donde podemos incluir el nacimiento del "**Arte Rupestre**".

Volviendo al cuadro descrito con anterioridad, podemos ver como también estos planteamientos son válidos:



Realmente todos los planteamientos del hombre en la búsqueda de soluciones son básicamente iguales a lo largo de la Historia, la única diferencia es la complejidad y volumen del tema, así como su especificidad.

Ya hemos visto que el hombre, siempre, se ha estado preguntando el por qué de las cosas; lo cual es básico para su

desarrollo y lo que, le diferencia, en principio, del resto de seres vivos.

Los planteamientos que podemos tener, los seres humanos en la actualidad, básicamente, son los mismos que en el Paleolítico, en lo que se refiere a la subsistencia. Se trata de satisfacer prioritariamente las necesidades básicas; pero sin embargo, el abanico de planteamientos específicos que se nos abre en la sociedad de nuestro tiempo y que queremos dar respuesta, es innumerable. Da, la sensación de que cuanto más profundizamos en cualquier tema, más caminos distintos encontramos, que, a la vez nos plantean nuevas preguntas; y como consecuencia exigen nuevas respuestas.

Desde el Paleolítico hasta nuestros días; el hombre, se ha hecho muchas preguntas y dado muchas respuestas. Algunas preguntas aún no han obtenido respuesta y otras, aún no se han planteado.

Una de las preguntas que no se hacían, posiblemente, en el Paleolítico era la que aquí planteamos desde el principio.

- **¿Qué es el movimiento?**
- **¿Qué significado tiene la Mecánica?**
- **¿Qué representa la Máquina?**

Posiblemente, todas estas preguntas tienen ya una respuesta precisa en cada una de las disciplinas a la que se aplique.

En estos tiempos, incluso, la Máquina en sí como artilugio propiamente mecánico, ha dado paso al mundo de la electrónica y la informática; por lo que podríamos decir, que, son preguntas con respuestas agotadas; que dan paso, a otros planteamientos más actuales; y que exigen otro tipo de respuestas.

Toda la creación y transmisión de movimientos a base de palancas, ejes, poleas, engranajes, levas, etc. Esa cultura de la Mecánica que nace con la palanca y se desarrolla hasta nuestros días. Que pasa totalmente inadvertida a los ojos de casi todos, y envuelta en toda serie de carcasas más o menos estéticas, más o menos funcionales. Denostada por muchos en el mundo del Arte,

y utilizada por otros. Podría ser, motivo de análisis, en este trabajo, donde se intentará hacer un estudio sistemático de los factores que intervienen en el hecho de la posible relación del mundo de la Mecánica o la Ingeniería con el mundo del Arte.

Ya hablamos en un principio de la "cultura material" y la "cultura espiritual". Y haciendo referencia a las mismas, decíamos lo difícil que resultaba, en ocasiones, desligar la una de la otra.

Todo lo referente a cualquiera de los hechos o pensamientos del hombre, guarda una relación. Todo pensamiento, está plagado de **dualidades**, aparentemente dispares: enfrentadas por una parte, y afines y relacionadas por otra. Podíamos hablar de forma-función, estético y funcional, utilidad practica-utilidad estética. En cualquier caso, volvemos otra vez al principio, con el concepto **materia-espíritu** como partes complementarias de un todo y ejemplo también de la totalidad del hombre cuerpo (materia) - alma (espíritu).

Ya decíamos también que no se podía establecer una frontera clara entre las dos partes, pues a lo largo de la Historia se puede comprobar que dependiendo del grado de desarrollo de los pueblos, esta frontera iría hacia uno y otro lado. Donde la parte material sería la parte visible y fácilmente entendible; y la parte espiritual, iría ligada a todo lo que sobrepasara el entendimiento lógico humano, desembocando en el terreno de lo religioso y lo mágico.

La lucha constante del hombre, sería, ir conquistando el terreno espiritual y añadiéndolo al terreno de lo entendible; de lo material. Imaginemos por un momento lo que podría suponer el fuego para los primeros hombres. A lo largo de casi toda la humanidad y para todas las culturas antiguas, a representado el principal símbolo de culto y adoración. Nosotros sabemos ahora que es producto de una simple reacción química producida por el oxígeno.

O el mismo ejemplo de las imágenes de televisión que son transmitidas a través del espacio por ondas electromagnéticas que



genera el hombre artificialmente; y similares, aunque, de distinta magnitud que cualquier radiación producida, de forma natural, por cualquier cuerpo celeste. Imaginemos este hecho de transmisión de imágenes, tan solo hace un siglo, y nos daríamos cuenta, de que entraríamos, con la mentalidad y conocimientos de estos años, al terreno de lo espiritual.

Si retrocedemos un poco más en el tiempo, nos encontraríamos con los planteamientos de Copérnico, estableciendo su teoría del movimiento de la Tierra alrededor del Sol. Todo ello, claro está, en base a planteamientos científicos y de observación del movimiento de los astros, y que chocaban de frente con las creencias establecidas; por las cuales, la Tierra sería el centro inmóvil, en torno al cual giraba y se desarrollaba toda la vida y la existencia de las cosas.

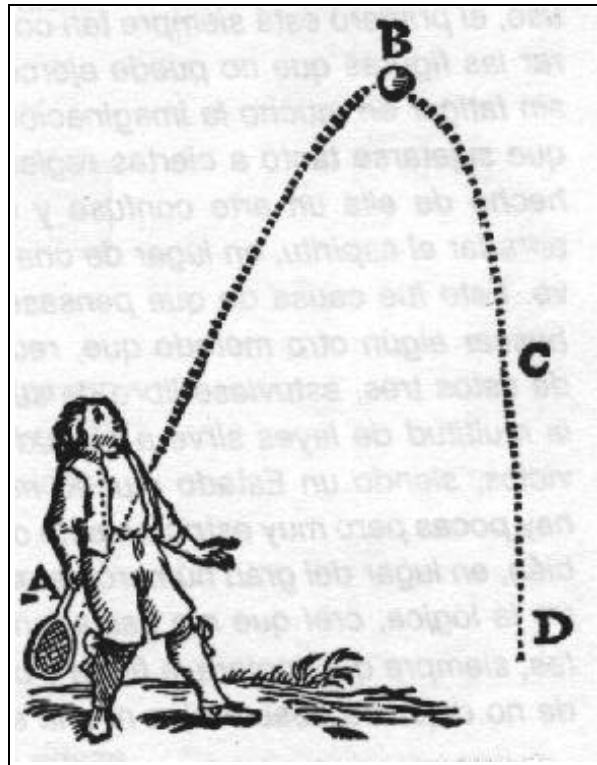
Como vemos; a lo largo de toda la historia del hombre, la constante ha sido, la lucha por el intento de conocer y dominar todo aquello que le rodea; lo entendible y lo no entendible; lo natural y lo sobrenatural. Ha sido una lucha constante por la conquista de la naturaleza; de las componentes de la misma. De dar respuesta al desarrollo y evolución de cuanto nos rodea. Estaría surgiendo el concepto de "movimiento" o cambio, que, vendría a representar un planteamiento relativamente reciente a lo largo de toda la historia del hombre; en base al cual, se irían sustentando multitud de teorías y aplicaciones a las distintas disciplinas materiales y de conocimiento; desarrolladas, por estos hombres de la antigua Grecia.

Realmente, el movimiento como concepto de "cambio" en general, plantea serios problemas a la hora de dar una explicación racional de cómo y por qué se produce; cómo se comunica; cuándo y por qué cesa. Qué aplicaciones puede tener el conocimiento y dominio de las claves del movimiento. Cómo se puede generar, reproducir y utilizar de forma artificial para beneficio de la vida cotidiana del hombre. Qué utilidad, puede tener su estudio y dominio en el terreno del Arte.

Llegado a este punto, nos deberíamos preguntar:

- **¿Qué entendemos por movimiento?**
- **¿Cómo percibimos el movimiento?**
- **¿Qué nos sugiere el movimiento?**

# CAPÍTULO I



## 1.1 ¿Qué entendemos por movimiento?

Ya hemos dado, en un principio, unas definiciones básicas de lo que se entiende por movimiento; aplicadas, cada una de ellas, a las distintas disciplinas que se relacionan, de una u otra forma, con este concepto o fenómeno.

**Anaxágoras**, filósofo jónico presocrático (500-428 a. de C.), establece el movimiento como el principio de todo cambio y formación del Universo (Cosmos). Partiendo del "Caos", o conglomerado de distintas partículas pequeñísimas, el Nous (inteligencia) dota a estas partículas, en estado inerte, del movimiento (Kinésis) necesario para la formación del Cosmos.

La palabra **Kinésis** o movimiento, tiene un sentido muy amplio abarcando varios conceptos. Más bien habría que traducirlo por "**alteración**" o "**cambio**". Veremos como Aristóteles entiende y justifica el estudio de este cambio o alteración que representa el movimiento.

**Aristóteles** (384-322 a. de C.), que se forma como filósofo, en un principio, bajo las ideas platónicas, desarrolla después sus propias ideas en base, sobre todo, al estudio general de la naturaleza. Ante todo intenta hacer un estudio particular de cada una de las partes en que considera se debe dividir todo el conocimiento y el saber. A diferencia de Platón que considera a la materia, sustancia o cosa individual como una copia o reflejo de las ideas, Aristóteles proclama que esta "sustancia individual" es la verdadera realidad; e intenta dar una respuesta a cada una de las cuestiones que plantean las distintas ciencias en que se divide la totalidad, o "Ciencia Universal".

La "**Metafísica**" será para Aristóteles la ciencia que estudia el aspecto fundamental de toda realidad. Así como el primer principio o "Motor Inmóvil". Sería la filosofía primera.

La **Física** o filosofía segunda se encargaría del estudio del movimiento y del ser, sometido al cambio.

El **Arte**, mientras tanto, estaría englobado en las ciencias ocupadas en la producción de cosas.

El **ser** que entiende Aristóteles estaría dividido a su vez en "ser en acto" y "ser en potencia" (**Dynamis**).

"Ser en acto" es lo que en ese momento se es; Y "ser en potencia" es lo que se puede llegar a ser. Pues bien, ese paso de "ser en acto" a "ser en potencia" es lo que Aristóteles considera el problema del cambio o movimiento.

En su libro tercero de la "física", en el primer capítulo justifica la necesidad del estudio sobre el movimiento, con el párrafo siguiente:

*<< Al ser la Naturaleza un principio de movimiento y del cambio, y al habernos nosotros propuesto estudiar precisamente la Naturaleza, no podemos ignorar qué es el movimiento. Pues, desconociendo qué es el movimiento, necesariamente desconoceremos también qué es la naturaleza >> .*

También en este tercer libro de física nos da dos definiciones de movimiento:

- *<< Acto de aquello que existe en potencia, precisamente en cuanto es tal potencia >> .*
- *<< Una especie de acto, aunque imperfecto >> .*

De alguna forma, con estas dos definiciones, vendría a justificar el porqué se produce el movimiento. Con la **primera** tomaría como base al "**ser en potencia**", como el acto de convertirse o transformarse en otro ser. Con la **segunda**, en base al "**ser en acto**" como algo imperfecto que necesita también convertirse o transformarse en ese otro ser.

Posteriormente este mismo libro hace cuatro diferencias o distinciones del movimiento, los cuales analiza detenidamente en su libro quinto.

- Un **primer movimiento**, según la "esencia" referido al cambio o alteración de la sustancia del cuerpo. Como del nacimiento a la muerte.

- Un **segundo movimiento**, según la "cualidad" del cuerpo por la cual puede sufrir una alteración. Como el cambio de color de una fruta.
- Un **tercer movimiento**, según la "cantidad". Por lo cual puede haber un aumento o disminución.
- Un **cuarto movimiento**, según el "lugar". Referido al desplazamiento de cualquier cuerpo.

A este último tipo de movimiento se le denominaría "**movimiento local**". Es el movimiento al cual se refiere la física actual definiéndolo como "cualquier cambio de posición de un cuerpo respecto a un sistema de referencia que se considera fijo".

Aristóteles con relación a este "movimiento local", establecería las bases para dividir el mismo, en otros dos movimientos:

- **El movimiento natural.**
- **El movimiento violento.**

El movimiento **natural** sería aquel, mediante el cual todas las cosas tienden a su estado natural.

Debemos decir que para Aristóteles existe un universo esférico, perfecto, infinito en el tiempo pero no en el espacio, cuyo centro lo ocupa la Tierra en torno a la cual forman otras distintas esferas concéntricas, o regiones; cada una con sus leyes y consideradas en conjunto, como un órgano viviente.

Habría dos regiones diferentes:

- Una **primera**, sería la región "**sublunar**", la cual, estaría formada por los cuatro elementos que ya habría utilizado Empédocles, aunque, siguiendo un orden de estratos, cuyo centro ocuparía la tierra; a la que se irían superponiendo el agua, el aire y el fuego. Todo ello sometido al cambio y al desorden.

- Y una **segunda** región o mundo "**supralunar**", donde el orden establecido estaría sujeto a un movimiento perfecto, circular y uniforme de las esferas celestes el cual estaría provocado por lo que llamaría el "**motor inmóvil**". Este vendría a ser el "primer cuerpo", ejerciendo la transmisión del movimiento a las esferas

celestes de una forma no física y sí por medio de "lo deseable" de una especie de **atracción**, "amor".

Entre paréntesis y como curiosidad, podríamos hacer un símil, en términos actuales, aplicando, en planteamientos puramente mecánicos, los parámetros por los cuales se produce el movimiento del actual motor eléctrico, en el cual, el **inducido** o pieza que gira en torno a un eje, es movido por el campo **magnético** producido por las bobinas del **inductor** o parte fija, al aplicarle una corriente eléctrica.

Volviendo a lo que se considera el "mundo sublunar". Cualquier movimiento local, producido de forma natural, sería en línea recta; tanto, de abajo a arriba como de arriba a abajo, dada la situación por estratos de los cuatro elementos (tierra, agua, aire, fuego); por lo cual si levantamos una piedra y la soltamos, ésta tiende a su estado natural, que sería pasar de la capa del aire a la de la tierra; o bien, si encendemos una hoguera, el fuego subiría hasta su estado natural que sería el estrato más alto.

Tan solo se establecería una diferencia en cuanto a la velocidad con que un cuerpo tendería a ocupar su estado natural, dependiendo del medio que atravesase. Así una piedra tardaría más, en llegar a la tierra, si tiene que atravesar el estrato del agua, que del aire. Este principio sería por el cual Aristóteles negaría la existencia del vacío, pues entonces el cuerpo caería con una velocidad infinita. Evidentemente todavía no se había establecido el principio de inercia.

Hasta ahora, dentro del movimiento local, sólo hemos hecho referencia al "movimiento natural". Pero existiría otro movimiento, que sería, aquel producido por una causa que aparta a cualquier cuerpo de su estado natural. Es, el "movimiento violento". Por ejemplo cuando se lanza una piedra.

Aplicando el principio de Aristóteles de *<<todo lo que se mueve es movido por algo>>*; se puede decir: que, para que se de el movimiento, es necesaria una causa. Así en el movimiento

natural, la causa, sería del propio cuerpo que tendería a su lugar natural, cesando ésta, al alcanzar dicho lugar.

En el caso del movimiento **violento** todo se complica, ya que la causa de este movimiento, sería, de algo ajeno al propio cuerpo, por ejemplo: la causa del movimiento, al lanzar una piedra, sería la mano o cualquier otro impulsor. Por lo tanto, ¿Cómo se explicaría que el cuerpo siguiese, aparentemente, una trayectoria horizontal o curvilínea, cuando la mano ha dejado de actuar sobre él?

Aristóteles lo explica dando al aire la propiedad de **motor**, el cual, se abriría y cerraría al paso del cuerpo e iría transmitiendo el impulso o capacidad de movimiento, atenuándose éste a medida que atravesaba las distintas porciones de aire, hasta que una vez neutralizado el impulso actuaría la causa natural.

Todos estos planteamientos y formas de entender el movimiento, por parte de Aristóteles, estuvieron presentes y de forma vigente hasta que en el s. XIV se toma en consideración la "**Teoría del Impetus**", mediante la cual, **Juan Buridán**, establece que cuando se lanza un cuerpo, se transmite a este un impulso (ímpetu), o **fuerza motriz** que perdura en él, hasta que es neutralizado por fuerzas exteriores; como, la **resistencia** del medio al ser atravesado por el objeto, y la **tendencia** del cuerpo a moverse hacia su lugar natural.

Del mismo modo, este ímpetus variaba en **intensidad** de acuerdo, tanto, de la fuerza o movimiento comunicado al móvil como de la cantidad de materia del mismo.

Esta teoría que pondría las bases del concepto de movimiento para una física más científica y racional, vendría a tomar el relevo de las teorías del alejandrino **Juan Filopón**, que, ya en el 517, ponía en duda que fuese el aire el transmisor del impulso y ejerciese de motor; sino que el impulsor transmitía al móvil una fuerza incorpórea o poder cinético que actuaría como causa del movimiento, atravesando el aire. Algunos árabes como **Avicenas** coinciden también, de forma similar, con esta teoría en sus



estudios sobre el movimiento de los proyectiles y la "**fuerza impresa**".

La "Teoría del Impetus", no solamente vendría a poner las bases para un posterior establecimiento del "Principio de Inercia", sino que sería un intento de unificar los movimientos celestes y terrestres en un mismo sistema mecánico, eliminando así el concepto aristotélico de la diferencia entre los mundos "Sublunar y Supralunar", según el párrafo correspondiente a la cuestión 9 del libro 12 de sus "Quaestiones in libros Metaphysicae". Resultando paradójica la situación de **Buridán**, en vista de estas teorías; que por una parte vendrían, por su postura aristotélica, a justificar de forma racional dichas tesis aristotélicas; y por otra, vendrían a romper el concepto aristotélico de la diferencia entre los dos mundos (Sublunar y Supralunar).

*<< Muchos suponen que el proyectil, después de abandonar el proyectador, es movido por un ímpetus dado por el proyectador, y que es movido mientras que el ímpetus continua siendo más fuerte que la resistencia. El ímpetus duraría indefinidamente (in finitum duraret ímpetus) si no fuera disminuido por un contrario resistente o por una inclinación a un movimiento contrario; y en el movimiento celeste no hay resistencia contraria, de manera que cuando en la creación del mundo, Dios movió una esfera con la velocidad que quiso, El dejó de mover, y ese movimiento duró después por siempre debido al ímpetus impreso en esa esfera. Por eso se dice que Dios descansó el séptimo día de todos los trabajos que había realizado>> .*

Con esta base sobre el "movimiento local" y la concepción copernicana sobre un nuevo sistema celeste donde la Tierra y los demás planetas girarían en torno al Sol, **Galileo** (1564 - 1642), pondría los cimientos de la "**Ciencia Moderna**".

En su trayectoria desarrolla su método "**Resolutio Compositio**", consistente en un primer momento o fase **Resolutio** (resolución), en la formulación de hipótesis en base a las propiedades esenciales del fenómeno observado, para pasar

después a la fase **Compositio** (composición) consistente en deducir y sacar consecuencias teóricas, postulados, etc. a partir de las hipótesis formuladas en la primera fase. En síntesis, sería una demostración matemática en base a la experiencia.

De esta forma establece su "**Principio de Inercia**" en referencia al estudio del movimiento, y su teoría de confirmación al sistema copernicano de movimiento de la Tierra alrededor del Sol, así como la aplicación de sus teoremas a todo el Universo, sobre el cual regirían las mismas y únicas leyes. En aplicación a estas mismas leyes y a los análisis del movimiento, se establecerían a partir de aquí los dos principios básicos de una nueva ciencia:

- El Universo es un conjunto mecánico sometido a leyes: es una << **Máquina** >> .
- Para el conocimiento de esta << **Máquina** >> y sus leyes el instrumento válido son las **matemáticas**.

Habría nacido la "**Dinámica**" como ciencia.

La "Dinámica" en la actualidad, es la parte de la mecánica de sólidos que se ocupa del estudio de los movimientos y las fuerzas que los producen. La acompañan, dentro de esta catalogación de mecánica de sólidos: la Cinemática y la Estática.

- La **Cinemática** se encarga del estudio de los movimientos sin ocuparse de las causas que los producen.

- La **Estática** se ocupa de los cuerpos en equilibrio y las fuerzas que actúan sobre ellos.

La **Dinámica** se fundamenta en tres principios enunciados por Newton (1642 - 1727), en su obra "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica"; los cuales ya fueron intuitos por Galileo en sus estudios:

- El **primer** principio o "**Principio de Inercia**", por el cual todo cuerpo permanece indefinidamente en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, si sobre él no actúa ninguna fuerza o la resultante del conjunto de fuerzas que actúan sobre el mismo es nula.

- El **segundo** principio o "**Principio Fundamental**" por el cual, si sobre un cuerpo actúa una fuerza, o un conjunto de fuerzas cuya resultante sea nula, se comunica una aceleración que es directamente proporcional a la intensidad de la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

De este segundo principio resultaría la "Ecuación Fundamental de la Dinámica".

$$F = m \cdot a$$

Siendo "F" la fuerza, "m" la masa y "a" la aceleración.

- El **tercer** principio o "**Principio de Acción y Reacción**", es aquel por el cual si sobre un cuerpo actúa otro con una fuerza o acción, éste comunica al primero otra fuerza de la misma intensidad, en la misma dirección y en sentido contrario.

La ley que establecería **Newton** en el s. XVIII, englobando a toda la Dinámica, tanto terrestre como celeste y que regiría el movimiento de todos los planetas, sería la **Ley de Gravitación Universal**. Por lo cual:

*<< La fuerza con que se atraen dos cuerpos cualesquiera, es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros de gravedad >> .*

De forma matemática se expresaría:

$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Ya, más recientemente en nuestro siglo, **Einstein** en su "**Teoría de la Relatividad**" nos dice que todos los movimientos son relativos al sistema de referencia en el cual se haya el espectador. Y que además se debe distinguir entre la imagen estática y la imagen dinámica del movimiento:

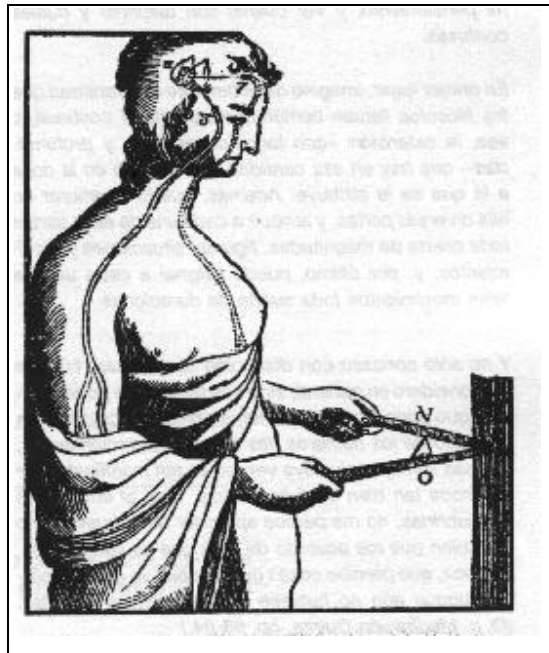
- La primera: *<< Consiste en imaginar el movimiento como una serie de sucesos en el continuo unidimensional del*

**espacio, sin mezclarlo con el tiempo**>>. (cfr. la Física, aventura del pensamiento, cap. III).

- La segunda, en considerar el movimiento efectuándose en un continuo bidimensional espacio-tiempo.

En el primer caso, hay simple movimiento; en el segundo << **El movimiento está representado como algo que es, que existe en dicho continuo**>>. (cfr. la Física, aventura del pensamiento, cap. III).

## CAPÍTULO II



## 2.1 ¿Cómo percibimos movimiento?

La Teoría de la Relatividad de Einstein, nos introduce otro término importante en relación al sistema de **referencia** en el cual se haya el espectador.

A veces nos da la sensación de que algo se mueve a nuestro alrededor, cuando, en realidad nos movemos nosotros mismos. ¿Quién no se ha sentido confuso cuando al viajar en tren y detenerse en una estación al lado de otro que viaja en sentido contrario, al iniciar uno de ellos la marcha, no se sabe, a ciencia cierta en un primer momento, cual, de los dos es el que se ha puesto en movimiento?. Tenemos que buscar un elemento de referencia que consideramos fijo para comprobar cual de los dos es realmente el que se mueve.

Realmente tal y como entendemos ahora el mundo, después de todas las aportaciones científicas y de conocimiento, con las que podemos contar a la hora de entender ciertos fenómenos, en este caso el que nos ocupa, nos damos cuenta que todo está en continuo movimiento, no solamente a lo que considera la Física, en su mecánica de sólidos, como el cambio en el espacio de un punto con respecto a otro. Sino lo que consideraban también los filósofos en general como cambio. Pues sabemos que cualquier cambio o transformación de cualquier ser u objeto, bien sea de **cualidad**, como cambio de color de una fruta, o de **esencia** como la alteración de un ser, o una sustancia, por ejemplo, referida al envejecimiento, o bien de **cantidad**; todo ello es debido a una serie de reacciones químicas derivadas de los cambios producidos en las estructuras moleculares debidos a las constantes combinaciones de átomos que podríamos llamar estructuras simples, y a la propia alteración de estos mismos en su composición interna por el continuo movimiento de sus electrones, que giran continuamente y en distintas órbitas alrededor del núcleo formado por protones y neutrones, que compondrían la parte considerada fija e inalterable. Hasta la aparición, lógicamente, de las técnicas

nucleares consistentes en la generación de energía, a costa de la alteración de ese núcleo.

Pero evidentemente nuestro sentido de la vista como sentido por el cual percibimos mayoritariamente los movimientos, a pesar de ser un sistema ciertamente sofisticado, es incapaz de percibir todos esos movimientos dentro de la estructura molecular de los cuerpos, simplemente vemos los cuerpos como estructuras unicorporales o pluricorporales cuando se asocian varias. Animadas cuando percibimos movimiento en ellas, e inanimadas cuando las percibimos de forma estática. Pero todo ello también es relativo ya que nuestro sentido de la vista no solamente está limitado a la percepción del movimiento en cuanto a que no se perciben ni los cuerpos que efectúan esos movimientos, debido a su ínfimo tamaño; sino a la limitación entre el espacio-tiempo o sea el recorrido del móvil en un tiempo determinado. Un ejemplo podrían ser las agujas de un reloj, cuando vemos, como, nuestros ojos perciben perfectamente el desplazamiento de la aguja, que marca los segundos y en cambio somos incapaces de percibir el movimiento de la aguja de las horas que nos parece totalmente estática. Y aunque sepamos que está en continuo movimiento, resultara imperceptible para nuestros ojos si no miramos, pasado un tiempo; a lo largo del cual, comprobaremos que efectivamente la aguja se habrá desplazado. Incluso el movimiento de la aguja de los minutos, casi, nos resultará imperceptible.

Con esta limitación de los órganos de la vista hacia la percepción de todo lo que nos rodea, nos podemos imaginar la dificultad de los hombres de ciencia en la formulación de hipótesis acerca de los fenómenos que se producen delante de nuestros ojos, y como, algo tan sencillo y elemental, a primera vista como el movimiento, se puede llegar a convertir en un fenómeno tan complicado y difícil de explicar.

Posiblemente el órgano de la vista es, el sistema, capaz de proporcionar el mayor número de datos para cualquier tipo de investigación, sobre cualquier fenómeno que ocurre a nuestro

alrededor. Cuando algo se mueve delante de nuestros ojos, y ya hablamos en términos relativos, en cuanto al movimiento tipo capaz de estimular de forma apreciable nuestro sentido, éste, automáticamente interpreta ese movimiento o forma en movimiento y nos aporta los datos que nos pudieran interesar; bien para informar de cualquier situación de peligro, bien para indicar cualquier situación de interés.

Todos estos tipos de situaciones también pueden ser captadas a través de otros sentidos; así podemos detectar, cuando, un vehículo se desplaza, incluso en el sentido que se desplaza, a través de nuestros **oídos**; por el nivel de ruido que produce al acercarse o alejarse.

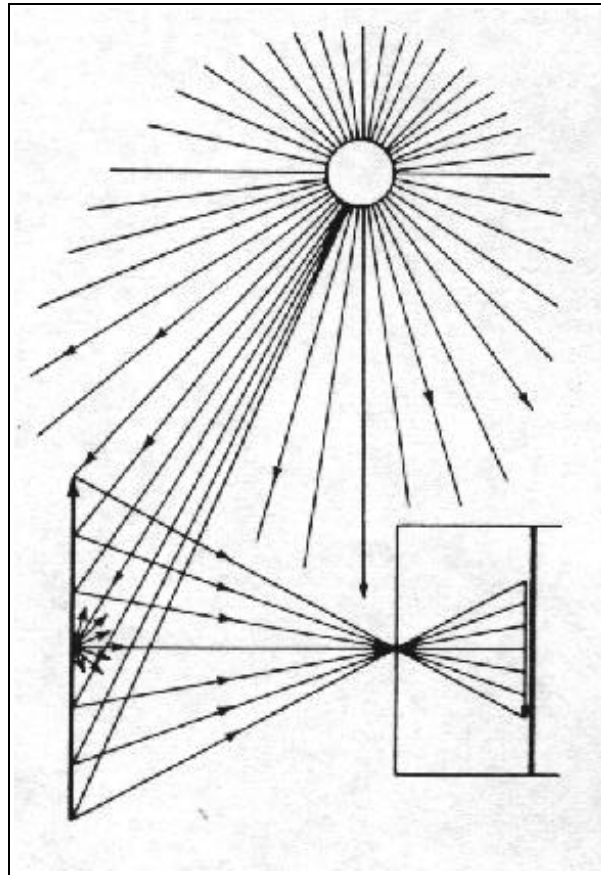
También apreciamos si un cuerpo se mueve cuando lo tocamos, comprobando con el sentido del **tacto**, si tiene algún tipo de variación en el espacio.

Como vemos, el movimiento se puede detectar con otros sentidos de nuestro cuerpo, pero a un nivel que podríamos llamar complementario; siendo, el sentido de la **vista** aquel que podríamos considerar como el detector **primario**.

Aquí cabría preguntarse, ¿Qué ocurre cuando algo se mueve delante de nuestros ojos?, ¿Cómo nuestro sentido de la vista lo detecta?, ¿Cómo lo interpreta?.

Hay que decir que el proceso de captación de movimiento, por parte del sistema visual, no es un proceso aislado dentro de este complejo sistema; sino, que está **ligado** íntimamente a todo el proceso **general** de recepción e interpretación de imágenes; y por lo cual, para explicarnos dicho proceso, debemos hacerlo bajo una idea global de funcionamiento de todo el sistema.





*Percepción visual. Esquema*

### **2.1.1 Sistema visual. Breve descripción**

Brevemente y para hacernos una idea global de este sistema, donde se enmarca principalmente la percepción del movimiento, debemos decir en una rápida descripción, que está compuesto, en un principio, en cuanto a elementos fisiológicos se refiere, por tres partes: por una parte estarían los **ojos** como elementos receptores, directos, de las sensaciones visuales; por otra parte, el **nervio óptico** o elemento intermedio transmisor de esas sensaciones visuales; y un tercer elemento que sería, una parte del **cerebro**

situada en su parte posterior, encargada de interpretar y dar respuesta a esas sensaciones visuales.

En todas las funciones que desempeñan estos tres elementos, que en conjunto forman el **sistema de percepción visual**, se podrían distinguir tres tipos de operaciones, que sumadas darán como resultado esa percepción visual y para la cual dichos elementos estarían preparados.

Podemos distinguir:

- **Una operación óptica**
- **Una operación química**
- **Una operación nerviosa**

Estas tres operaciones, a la vez, se llevan a cabo de forma sucesiva.

- Las dos primeras, o sea, la óptica y la química, se desarrollan en el interior de los ojos.
- De las operaciones nerviosas, se encargarían el nervio óptico y el cerebro.

En síntesis, toda la información captada por los ojos es transmitida a través de los nervios ópticos hasta una parte del cerebro, denominada **córtex estriados** o zonas de visión primaria, donde se procesa la totalidad de la información que conformará la percepción de los objetos en el espacio y la relación entre ellos, así como la forma, el color, la luminosidad y el **movimiento**.

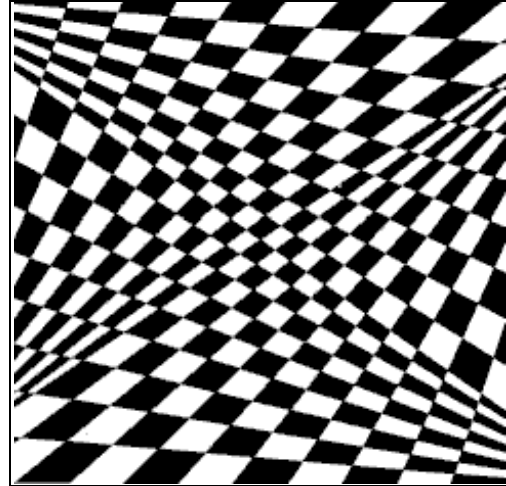
Consecuentemente, podemos establecer que:

- Toda esta información que recibe el cerebro, lo hace y lo interpreta de forma **conjunta**.

Por lo tanto:

- La percepción del movimiento forma parte **inseparable** de esa visión conjunta y general.

*Movimiento. Sensación visual.*  
Ejemplo de movimiento aparente



### 2.1.2 Movimiento. Percepción visual

El **movimiento**, como ya hemos visto, es uno de los aspectos que presenta cualquier percepción visual. Decimos que una imagen es estática, cuando no varía ninguno de sus parámetros, y decimos que existe movimiento cuando hay una modificación en el espacio de un punto o figura, respecto a un sistema de referencia que se considera fijo. Esta existencia de puntos fijos de referencia va a representar el marco adecuado y más importante en el que nos vamos a apoyar para diferenciar lo que entendemos por movimiento real o movimiento aparente. Mientras, un desconocimiento del marco de referencia o entorno, nos hará dudar de que es, realmente, lo que se mueve, si una imagen con respecto a otra, o somos nosotros los que en realidad nos movemos.

Una experiencia relativamente reciente nos demuestra estas situaciones engañosas, sobre todo, con los nuevos cines experimentales. Encontrándonos en el interior de uno de estos cines circulares, cuando se realiza una proyección de una escena en movimiento circular, comprobamos, como, nuestro cerebro se

siente confuso y no es capaz de determinar si lo que gira es la imagen de la pantalla a nuestro alrededor, o somos nosotros mismos, sentados en nuestras butacas, los que giramos como si de una plataforma se tratara.

Esto nos demuestra que la percepción del movimiento, por parte del sistema visual, se lleva a cabo, primeramente, mediante un sistema que pudiéramos calificar de mecánico en cuanto a que serían simples cambios en la estimulación por parte de los receptores retinianos y después la consiguiente interpretación por parte del cerebro acerca del conocimiento adquirido por la experiencia y lo que vamos a considerar elementos de referencia. De aquí que podemos hablar de **movimiento real** y **movimiento aparente**; y, la percepción de ambos, en muchas ocasiones de forma idéntica por parte de nuestro sistema visual. De todas formas y en este caso, nuestro cerebro debe coordinar distintas informaciones, no solamente la que recibe a través de los ojos, pues nosotros mismos añadimos otro movimiento cuando nos desplazamos o movemos, incluso existe un movimiento reflejo constante de los ojos. Pues bien, todos estos parámetros deben ser utilizados de forma automática por el cerebro para determinar si existe o no, movimiento real y en caso afirmativo constatar la naturaleza y características que definen ese movimiento concreto.

De forma general, se puede decir que la **sensación de movimiento** que percibe el sistema visual es debido, por una parte, a los **cambios luminosos** que detectan los receptores fotosensibles de la retina, los cuales y en conjunto, mandarán señales de código diferente a medida que la imagen se perciba de forma cambiante; y que los **códigos de señal** que llegan al cerebro serán iguales, si la imagen retiniana permanece inalterable. Esta señal, ya sea repetitiva o cambiante será procesada junto con aquella que proporciona el propio cerebro, proveniente del conocimiento y la experiencia, con las cuales nos creamos nuestros propios elementos de referencia.

Resumiendo, podemos decir que la percepción de movimiento se debe a dos operaciones:

- Una operación que podríamos denominar **opto-mecánica**.
- Otra operación que podríamos denominar de **neuro-conocimiento**.

Así, dependiendo de como se combinen estas dos operaciones, y de forma general, nos podemos encontrar con distintos casos donde el movimiento sea el protagonista de la **percepción visual**:

- Que existan unos elementos **claros** de referencia y a la vez un movimiento real.

Sobre este caso se pueden hacer a la vez dos apartados:

- Que el observador permanezca inmóvil y vea que hay **algo** que se desplaza.

- Que lo observado permanezca inmóvil y sea el observador **aquel** que se desplaza.

En cualquiera de los dos apartados, el cerebro es consciente de la situación y la detección del movimiento, y por tanto se percibe y se entiende sin ninguna complicación. No siendo así en un segundo caso.

- En que los elementos de referencia **no** sean claros, con lo cual la sensación de movimiento será difícil de precisar, si corresponde a un movimiento real o a un movimiento aparente.

Sería el caso del ejemplo del cine circular, expuesto anteriormente, pues no sabemos a ciencia cierta si giramos nosotros o lo hace el entorno.

Este segundo punto nos daría paso a un tercero, pues cuando decimos el entorno, nos podríamos referir a la propia pantalla circular, en cuanto a **forma** física, o a la **proyección** cinematográfica sobre la misma. En este tercer caso ocurriría:

- Que el movimiento sea **premeditadamente** aparente.

En este caso podemos diferenciar dos tipos de creación de movimiento aparente, atendiendo también a las dos operaciones

con las cuales el sistema visual consigue la percepción del movimiento:

- Por una parte, en base a la operación que antes denominábamos **opto-mecánica**, por medio de imágenes estáticas y sucesivas, se crea esa sensación de movimiento, como sería el caso de la **animación** o del cine.

- Por otra parte, en base a la operación de interpretación por **conocimiento**, que lleva a cabo el cerebro y la creación de conflicto visual, como sería el caso del OP ART, donde se crea una **ilusión óptica** de movimiento en base a la imperfección óptica de nuestros ojos y la dificultad del cerebro para reconocer e interpretar esas señales. Se consigue, sobre todo, mediante composiciones geométricas modulares de fuertes contrastes que provocan una inestabilidad constante en la imagen retiniana.

Este último apartado referente al OP ART, o creación de **movimiento aparente** por sensaciones ópticas, será, uno de los apartados a tratar de forma más profunda, cuando hagamos referencia al **Arte Cinético**, como aquel cuya característica más importante será el estudio, la representación y la expresión, en base al movimiento.

Pero, una vez expuestos de forma general los distintos casos en que el movimiento es el elemento protagonista y analizando también, de forma general, cual es el comportamiento del conjunto de la visión ante este tipo de estímulo, tenemos que decir que todavía existen incógnitas por despejar. Los mayores progresos que se han realizado en esta investigación sobre la percepción del movimiento, han sido seguramente en la comparación del movimiento real con el movimiento aparente; y lo que parece quedar claro, es que la diferencia entre los mismos se produce después de la impresión retiniana, según hipótesis de **Werheimer** en 1912 y que todavía sigue vigente. Aunque quedan algunas preguntas sin respuesta concreta, como por ejemplo: ¿Cuál de los elementos del código visual (forma, color, textura, etc.), que caracteriza un objeto, es el que transmite la primera

impresión de movimiento?, ¿Realmente tiene alguno prioridad?. Parece que lo que sí se tiene claro es que, lo exterior al propio objeto o entorno, va a desempeñar un papel importante: así cuanto más elevados sean la iluminación y el contraste, mayor será la sensación del movimiento; o cuantos mayores y más claros sean los puntos de referencia, también será más clara esa percepción de movimiento.

Posiblemente donde más se puede haber avanzado en este estudio, sea en el caso del **cine**, pues sabemos que esa imagen en movimiento y que nosotros percibimos en una proyección, se realiza a base de imágenes fijas o fotogramas, proyectadas con una cadencia regular, de forma que produce en la retina del espectador un estímulo luminoso discontinuo a base de planos sucesivos y muy parecidos, los cuales nos van a causar la misma sensación que nos puede producir la percepción de un movimiento real (mínimo 16 imágenes por sg. como límite teórico).

En consecuencia podemos decir que los mecanismos que utiliza nuestro sentido de la vista, para percibir cualquier movimiento, deben ser muy parecidos o similares a los que utiliza el cine para proporcionarnos, en base a una sucesión de imágenes **estáticas**, la creación de un movimiento **aparente**, y que nos resulta de lo más **real** (como norma general, del cine actual, de 24 imágenes por sg.).

### **CAPÍTULO III**





### 3.1 ¿Qué nos sugiere el movimiento?

Evidentemente, el movimiento, como cualquier otro fenómeno o circunstancia de la vida, sugiere e interesa de forma diferente al hombre, dependiendo de su condición, forma de vida o modo de ser.

Ya hemos dicho qué representaba el movimiento para los antiguos filósofos; hemos hablado de distintas definiciones y teorías físicas sobre este fenómeno; y hemos hablado también del interés de los investigadores por el funcionamiento del cuerpo humano y sobre todo de como lo percibe nuestro sistema visual. Pero sobre todo, el movimiento ha sido motivo de interés para el mundo de la tecnología y la mecánica. Cuando el hombre se siente en la necesidad de realizar ciertas funciones o trabajos donde la fuerza generada, por sus propios músculos o movimientos, no es suficiente, surge la necesidad de creación de medios o instrumentos, mediante los cuales poder realizar esas funciones. Enlazaríamos aquí con lo que antes denominamos la cultura material, creada por el hombre para satisfacer sus necesidades primarias y la relación **entendible** con todo lo que supone el mundo terrenal.

El transcurrir de la vida del hombre, ha sido un continuo intento de conocimiento y dominio de todo lo que le rodea; de ahí su constante evolución. Desde el Paleolítico inferior, hace aproximadamente 2 millones de años, ha ido intentando, por todos los medios a su alcance, buscar soluciones a los problemas cotidianos que se le van planteando.

En consecuencia, ya nos referíamos con anterioridad, al nacimiento de una **única** cultura de subsistencia, por parte del hombre, y posteriormente, en base a la manera de acometer la búsqueda de soluciones a los distintos problema que se van presentando; se dividirían en **dos** culturas, que, en planteamientos generales, prevalecen aún en la actualidad: la representante de lo **material**, por una parte; y la otra, la que va más allá, al terreno de

lo **espiritual**. Equivalentes y encargadas, cada una de ellas, de satisfacer las necesidades correspondientes: la primera del **cuerpo**, la segunda del **alma**.

Planteábamos también la dificultad, a veces, de establecer fronteras entre las dos culturas a medida que se iban entendiendo y resolviendo ciertas dudas o problemas. Y cómo, el nacimiento del arte (arte rupestre) surge, en base a las creencias espirituales, o todo aquello inentendible, como medio material y a la vez **ritual**, sirviendo como puente para alcanzar el fin. Sería la creación **artística**.

Dentro del mundo de la cultura material, el medio o puente para alcanzar el fin a la resolución del problema, sería la creación de los útiles o instrumentos necesarios para facilitar esta labor. Sería el principio de la creación **industrial**.

En base a esta dualidad: creación artística - creación industrial, nos vamos a mover en todo momento durante el desarrollo del trabajo, donde se intentará buscar elementos y campos de convivencia dentro de esa frontera de lo material y lo espiritual, a la que antes hacíamos referencia, donde el "**movimiento**" será el concepto o elemento protagonista, y los campos o zonas de intervención, serán las partes representativas de esas dos culturas: "el arte" y "la mecánica".

Por lo tanto y en principio podemos establecer una relación de los tres términos:

#### **Mecánica - Movimiento - Arte**

a fin de crear, la estructura y el cuerpo del trabajo, que va a suponer este tercer gran capítulo, donde, en base a una asociación entre los mismos, y relacionándolos dos a dos; vamos a establecer tres grandes apartados correspondientes, a analizar:

- **Mecánica-Movimiento**
- **Mecánica-Arte**
- **Arte-Movimiento**

La idea, por una parte, sería la de utilizar un nexo común, en este caso el movimiento, para llegar a conseguir un punto de

encuentro entre estas dos disciplinas, en un principio, aparentemente tan distantes, como son el mundo de la mecánica y el mundo del arte. Y a la vez, ir estableciendo relaciones, a lo largo de nuestra historia, entre dichos términos; con el fin de confeccionar la base adecuada para la justificación y el surgimiento de un arte, que se pueda relacionar directamente con esos tres términos, y que no sería otro que el **Arte Cinético**.

Consecuentemente, abriremos un gran capítulo donde se analizarán dos a dos estos tres términos: **Mecánica-Arte-Movimiento**, en base a la siguiente estructura:

<b>Mecánica-Movimiento</b>	<b>Mecánica-Arte</b>	<b>Arte-Movimiento</b>
La máquina. Antecedentes Los metales. Importancia Ingeniería y Arquitectura La rueda Mecánica. Soc. y cultura Mecánica. Consideración	Época Clásica Edad Media Renacimiento Revolución Industrial	Siglo XX. Condicionantes Construcciones mecanicistas

### **3.1.1 Mecánica-movimiento**

Estos dos términos, son los que, de forma aparente, estarían más estrechamente ligados. Podemos encontrar una definición de mecánica (del griego *mechaniké*) donde nos habla de: la parte de la física que estudia el movimiento de los cuerpos, las fuerzas que lo producen y la relación entre fuerzas que actúan sobre los cuerpos en equilibrio.

El dominio y entendimiento de la mecánica, por parte del hombre; dentro de lo que hemos denominado como cultura material, representará la base fundamental para el inicio y el posterior desarrollo, de lo que se podría denominar como la **cultura industrial**.

Una cultura industrial que empieza, cuando el hombre del Paleolítico trabaja las piedras y las maderas, para utilizarlas como

prolongaciones de ciertas partes de su cuerpo. En consecuencia, produce elementos o **útiles** de piedra cortantes, para suplir la deficiente dentadura; a la vez que utiliza los palos como prolongación de sus brazos. Más tarde, se da cuenta que con estos útiles, sobre todo los que talla en piedra, puede realizar otras funciones; aparte de romper, puede grabar, rasgar, agujerear. Incluso en base a estas funciones, puede llegar a construir otros útiles para otras funciones específicas. El hecho de construir otros útiles partiendo del útil primitivo, provocará el nacimiento o creación del "**instrumento**". Instrumentos por los cuales el hombre empezaría a conocer las propiedades mecánicas de muchos elementos naturales; con cuyo conocimiento abriría un amplio abanico de posibilidades, obteniendo y preparando otros materiales más blandos, como la madera, la piel, el hueso, etc.; que a su vez le proporcionarían nuevos útiles e instrumentos para nuevos usos: instrumentos de caza, transporte, adorno, vestidos, etc.

La realización y empleo de estos útiles e instrumentos por parte del hombre, le van proporcionando los datos suficientes, en base a esta experiencia, para el desarrollo de un conocimiento de las propiedades físicas de estos materiales; lo que va a hacer posible, que el hombre empiece a entender la naturaleza; y ya, de forma deliberada, la transforme con arreglo a su conveniencia. Sería el principio del entendimiento y utilización de la **mecánica**.

Posiblemente una de las características que diferencia al hombre con el resto de las especies animales, es la **intuición**, o cierta capacidad innata de saber o intuir qué es, lo que va a ocurrir después de cualquier actuación. Esta intuición, unida, por una parte, a la curiosidad o necesidad por ver el resultado de esa actuación; y por otra parte, a la capacidad de rectificación y aprendizaje en función de ese resultado, va a propiciar el desarrollo sistemático y continuado del hombre, desde su aparición, hasta nuestros días.

### 3.1.1.1 LA MÁQUINA. ANTECEDENTES

El hecho de golpear o hundir cualquier útil o elemento punzante sobre una superficie de otro material; moverlo, a uno u otro lado al mismo tiempo; y entender que de esa forma ayudaría a desprender, más fácilmente, una parte o lasca de esa superficie; daría, una idea primaria del funcionamiento de la **palanca**, que es, posiblemente, la máquina más simple y más antigua.

Anteriormente dábamos una idea o definición de lo que era un útil y un instrumento, pues bien, diríamos que la máquina es el **paso** siguiente en la escala a ese útil y a ese instrumento.

Cuando decíamos que el instrumento ya no solamente era un útil para romper sino que además servía para rascar, grabar, agujerear, etc. decíamos que el hombre había dado un paso importante en el desarrollo de la cultura; tanto en la considerada **material**, con la realización de instrumentos que cubrieran sus necesidades básicas materiales (útiles de caza, vestido, etc.); como en la considerada cultura **espiritual**, basada en los distintos ritos (grabados, pinturas, etc.).

El **instrumento**, en todos estos casos, era la consecuencia lógica en la adaptación de cada útil para un uso determinado; sería, de forma figurada, una **herramienta**. Cuando esta herramienta o instrumento se utiliza conscientemente para facilitar o amplificar la acción o potencia del hombre se convierte en una **máquina**.

Máquina, del latín **machina** y a su vez del griego **mechané**, según cualquier definición, es, todo aparato o instrumento que sirve para efectuar algún trabajo, reemplazando en todo o en parte, la mano del hombre. A su vez consta de unos **órganos** para la recepción y transmisión de la potencia; otros para la transformación del movimiento y otros para efectuar la operación o trabajo requeridos.

Podríamos decir que, la **máquina**: es el instrumento o mecanismo mediante el cual, el hombre lleva a la práctica las ideas de la mecánica.

Tal y como se plantea esta definición, podría parecer que la aparición de las máquinas es consecuencia de un estudio profundo de las teorías sobre los fenómenos físicos y sus posteriores aplicaciones en el apartado de la mecánica. Puede que actualmente, y dado el gran desarrollo en el mundo de la investigación, se puedan hacer diferentes aportaciones: tanto en nuevas ideas, como en nuevos instrumentos; que después se les pueden dar nuevas aplicaciones. Lo que sí es seguro, es que, desde el principio de los tiempos y de forma generalizada, tanto, cualquier útil, máquina o ingenio, surgen como la consecuencia directa de una necesidad.

En las sociedades primitivas no existe el hombre de ciencia u hombre estudioso que se plantea el porqué de las cosas y los fenómenos. En el caso de nuestra sociedad occidental, no aparecerían hasta la civilización griega, con los primeros filósofos. Simplemente los hombres de estas sociedades primitivas, buscaban soluciones a los problemas que se les iban planteando. Así, mucho antes de que aparezcan formulaciones sobre principios básicos, éstos, ya se utilizaban de forma intuitiva.

Ahora sabemos que la ley de la palanca establece que: la potencia aplicada, por la longitud de su brazo; es igual a la resistencia, por la longitud del suyo. Los primeros hombres que empezaron a utilizar esta máquina simple sabían que con un gran brazo, y tomando un punto de apoyo podían mover un gran peso que hubieran sido incapaces de moverlo simplemente con sus brazos. La cuestión está en porqué tenían estos hombres que mover estos grandes pesos, qué necesidad real tenían. Posiblemente esta necesidad no se le plantearía al hombre hasta que se propone los grandes retos de construcciones monumentales, como las megalíticas o más aún, los templos y pirámides de Egipto. Este tipo de construcciones que se llevarían a

cabo coincidiendo con la finalización del período neolítico, vendrían a representar un salto cualitativo importante en cuanto a las posibilidades técnicas y de mecanización de estas sociedades pues aún hoy en día, ciertos sectores, se plantean la imposibilidad de esas construcciones por la sociedad de la época. Pero suponemos que todas las deficiencias a nivel técnico de la época, en cuanto a la posibilidad de utilización de maquinaria adecuada, como podrían ser las grúas, serían suplidas con una cantidad enorme de mano de obra e ingenio técnico; en base, sobre todo, a la **palanca** y el **plano inclinado**, como mecanismos primarios, utilizados ya, en el Paleolítico; y que se irían utilizando y desarrollando en las distintas actividades de la vida cotidiana del hombre, a lo largo de estos dos largos períodos que representan el Paleolítico Superior y el Neolítico.

En el **Paleolítico**, los hombres aún no tenían estas necesidades de mover y manipular grandes pesos; sus necesidades básicas eran: la alimentación, el vestido y un techo donde guarecerse, y por lo tanto, en torno a estas premisas, poco a poco, se irían desarrollando cultural y técnicamente.

La caza, como ya hemos dicho, sería la actividad por excelencia del hombre paleolítico. En un principio intentaría dar caza a los animales en base a las posibilidades de su propio cuerpo, después utilizaría las primeras armas punzantes y arrojadas, aumentando así la posibilidad en el número de animales a cazar. Con el desarrollo de los útiles e instrumentos, al final del Paleolítico, aparecen las primeras **máquinas de caza**, mucho más avanzadas técnicamente que la simple palanca referida con anterioridad. En este caso, por ejemplo, el arco ya no solo utilizaría la fuerza impulsora del hombre, sino que la flecha saldría despedida por medio de una fuerza acumulada de forma mecánica. Aunque es posible que el arco no fuera la primera máquina de caza; posiblemente el hecho fortuito de la recuperación con fuerza de una rama, anteriormente doblada, y el consiguiente latigazo, al compañero de atrás, en una de tantas

expediciones de caza atravesando terrenos de vegetación, darían, ideas de fabricación de trampas de caza, en base, a esta energía acumulada al doblar una rama. Posteriormente este mismo principio se aplicaría a las grandes máquinas de guerra, como las catapultas; incluso a las trampas o ceptos metálicos, utilizados en la caza de actualidad.

Ejemplos de otras posibles máquinas de caza, que además del arco han perdurado hasta la actualidad y que siguen utilizando aún algunas culturas, son: el arpón arrojadizo, usado por los esquimales; las boleadoras, características de los gauchos argentinos para derribar animales trabándolos por los pies; o los ingeniosos boomerang de los aborígenes australianos que utilizando los "misterios" de la aerodinámica vuelven otra vez a su punto de partida, si después de ser lanzados no encuentran ningún objetivo de por medio. O la famosa honda, que utiliza la fuerza centrífuga para su impulsión y lanzamiento.

Posiblemente el **arco** que nacería como máquina de caza, sería la base para el descubrimiento de otras máquinas e instrumentos como el taladro de arco, o la amplia gama de instrumentos musicales de cuerda.

Como vemos, la creación y desarrollo de los distintos útiles, instrumentos y ya, de las primeras máquinas, está íntimamente ligado a la forma de vida y necesidades del hombre. Desde el momento en que estas necesidades o el hábitat en general del hombre es distinto, su evolución y su desarrollo también será distinto.

A veces nos preguntamos porqué algunas sociedades o tribus que perviven en parajes aislados, viven aún anclados en el pasado sin ningún desarrollo aparente; simplemente puede que no lo necesiten, ya que el entorno donde viven les facilita todo lo necesario para cubrir de sobra sus necesidades. Cuando estas sociedades permanecen sin grandes variaciones, tanto en el número de miembros, como en las costumbres o modos de vida y creencias, así como su entorno en cuanto a producción de



alimentos o estabilidad climática, se pueden considerar comunidades estables o estáticas. Cuando se altera cualquier parámetro, se rompe el equilibrio y la sociedad o grupo humano necesita adaptarse al medio resultante y sobrevivir a los nuevos condicionantes que produce ese desequilibrio.

Ésta sería la **base** de la evolución de cualquier sociedad, inclusive nuestra **sociedad occidental**, desarrollada en torno al Mediterráneo y extendida en la actualidad a casi la totalidad del globo.

Pues bien, los cambios climáticos que se producen en Europa después de la última glaciación hace aproximadamente 10.000 años, van a propiciar un cambio en el hábito y el modo de vida de esa sociedad cazadora que nos dejó al mismo tiempo ese importante legado de las pinturas rupestres, dando paso a otro nuevo período que se llamará: Neolítico.

El **Neolítico** o nueva edad de piedra, es el período que sucede al Paleolítico y anterior a la edad de los metales. Abarca, en términos generales, un período de tiempo comprendido entre 8.000 y 3.500 años antes de nuestra era, en la zona de Mesopotamia; y desde el -5.000 al -2.000 para Europa. Se va a caracterizar, sobre todo, por la aportación de nuevos útiles e instrumentos de **piedra pulimentada**, y el cambio importante en la forma de vida del hombre, con el asentamiento de éste y la formación de sociedades agrícolas. El hombre ya no solamente se dedicaba a recolectar lo que le ofrecía la naturaleza que le rodeaba, sino que interviene en ella directamente de forma propiciatoria para conseguir mayores beneficios. Con su nueva hacha de piedra pulimentada, tala bosques y crea nuevos campos de cultivo más fértiles y de pastos, para su ganado. De una sociedad puramente cazadora y recolectora, se pasa a otra, **agrícola** y **ganadera**. El cambio de una sociedad a otra, propicia también el cambio cultural, tanto material como espiritual.

En referencia a la cultura material y al cambio en el modo de vida basado en la subsistencia; en este nuevo período **termina** la

necesidad de desplazarse tras las fuentes de alimentos y con ello la **vida nómada**. Del nomadismo se pasa al asentamiento permanente y la creación de una sociedad que abandona las cavernas o cuevas naturales para construir sus chozas de paja y de madera o sus casas de adobe, que agrupa, formando las primeras aldeas desde las cuales controla estos primeros sistemas de producción agrícola y ganadero; de los cuales, los cereales serán los primeros cultivos; y las cabras y ovejas los primeros animales domesticados, convirtiéndose en **ganado**.

Al cambiar la base de subsistencia y por ende las actividades cotidianas surgen nuevos útiles e instrumentos que se adaptan a estas nuevas necesidades. Para la producción agrícola se introduce el **bastón** y el **azadón** con los cuales se trabaja la tierra; con el bastón se agujerea, y con el azadón se escaba. Como podemos comprobar se continúan utilizando los mismos conceptos mecánicos: el de la incisión y el de la palanca, pero con respuestas o resultados distintos y ajustados a las nuevas actividades.

El hecho de la vida en chozas o cabañas estables, también, va a determinar que surja una cultura de hogar. Se desarrollará la actividad técnica en cuanto a la construcción de casas, y dependiendo del sitio o lugar correspondiente a cada comunidad y a las características del terreno, surgirán los primeros **carpinteros**, donde la madera, suponía la materia prima para la construcción de viviendas, o los primeros **albañiles** donde la construcción fuese a base de adobe. Todo ello acompañado de los correspondientes útiles y herramientas para mover y trabajar los respectivos materiales.

Esta nueva cultura ya no solo necesita recipientes que solo sirvan para trasladar líquidos, sino que necesitaría toda una gama de enseres y utensilios para la vida hogareña. El hecho más notorio en este sentido sería la irrupción de la **alfarería**, así como las técnicas de hilado y tejido. La alfarería no solo sería importante para el desarrollo cotidiano de la actividad de estos hombres sino que sería el principal soporte **artístico**, de la misma forma, que

para los hombres del Paleolítico fueran las paredes de sus cavernas. La aparición del barro moldeado y cocido ofrece innumerables posibilidades para la creación de todo tipo de objetos, sobre todo recipientes a los cuales se decora y ornamenta, bien utilizando distintas arcillas, bien pintándolos con motivos geométricos. Abundan también vasijas antropomórficas y figurillas, posiblemente, para ritos domésticos de madres corpulentas y cuerpos redondeados, y a veces, grupos de madres con hijos.

Por otra parte, se supone que en zonas de arbolado abundarían las tallas de madera, y en general los grabados en piel y otros materiales perecederos que han desaparecido con el paso del tiempo.

De esta forma y a medida que pasa el tiempo se van consolidando poco a poco este tipo de sociedades que proliferan especialmente en las **riberas** de los ríos donde tienen asegurado el agua, tanto para el consumo personal como para fertilizar los terrenos circundantes. El ejemplo más claro lo tenemos en Mesopotamia y Egipto donde las aldeas se multiplican y crecen. Este crecimiento social de las aldeas, la federación de las mismas o el sometimiento de varias a una de ellas con mayor poder, podría ser el inicio o la creación de la primera ciudad.

Se piensa que **Jerico** fue uno de estos primeros asentamientos cuyos primeros vestigios de construcción datan de unos 7.000 años a. de C.

Una de las diferencias importantes de esta ciudad con respecto a las aldeas, no es solamente el número de viviendas sino el propio concepto de estructura social, donde ya no solamente existirían los agricultores, sino que aparecerían los administradores, comerciantes, artesanos, trabajadores. Y en otro orden, la sociedad de los sacerdotes que en torno a un dios y desde un templo dictaban las normas y virtudes de la cultura espiritual que se adapta también a la nueva forma de vida. Surgen los ritos de la fertilidad de las cosechas asociados a los

apareamientos humanos, surgen también la magia y el culto para propiciar la lluvia y venerar a los muertos. Sobre todo ésta, sería, una de las causas para la ejecución de esas construcciones monumentales a las que antes hacíamos referencia y donde el hombre tendría que poner a prueba toda su capacidad tecnológica para llevar a cabo estos **monumentos** a la muerte, al arte y a la propia tecnología. Tecnología basada sobre todo, por una parte, en la capacidad mental de estos primeros arquitectos para diseñar, desarrollar y dirigir estas obras; y después, en la propia ejecución práctica, realizada en base, sobre todo, a la fuerza corporal que aportaba un número ingente de trabajadores, más, los precarios medios mecánicos con que podrían contar estos hombres. Sería el nacimiento de la **Arquitectura** con mayúsculas.

En esta época, que oscila en torno al año 3.000 a. de C. podemos decir que se produce una revolución en todos los órdenes de la sociedad humana. La agricultura se potencia con la inclusión del arado; la minería se desarrolla al descubrirse los metales en su estado mineral, así como la manera de aislarlos y fundirlos. Aparece la escritura, el barco y la rueda. Se puede decir que es el inicio de la civilización actual. En términos paleontológicos empieza la "**Edad de los Metales**".

Evidentemente se llama así porque es cuando aparecen estos materiales, de forma significativa y generalizada, en casi todos los órdenes de la sociedad de esta época; bien en forma de útiles, armas, herramientas, etc., bien en elementos decorativos o rituales.

Por otra parte, cuando decimos, que se produce, una auténtica revolución con la aparición de la escritura y todo lo que puede conllevar, en cuanto a comunicación y difusión cultural, así, como la aparición del barco y su importancia en el desarrollo del transporte y el comercio, o la aparición de la rueda y todas las posteriores aplicaciones mecánicas de la misma. Estamos hablando de un período, que tal y como lo estamos refiriendo nos puede parecer corto; como si todos estos inventos hubieran aparecido de

pronto; como por arte de magia; pero nada más lejos de estos planteamientos. Los inventos no surgen de la nada, sino que son producto de la constante evolución, de una serie de respuestas, que se van dando a una necesidad concreta. Cuando antes decíamos que los útiles se crean en base a una necesidad, se planteaba el hecho de la dificultad e imposibilidad que tiene todo hombre de imaginarse algo sin ninguna base, sin ningún fin. Todo pensamiento surge en base a unos planteamientos de necesidad y experiencia; a veces la necesidad no tiene porqué ser solamente material, lo que nos acercaría al mundo de la creación **artística**; a veces las respuestas a esas necesidades no son todo lo precisas que nos gustaría, en este caso serían relegadas hasta encontrar otras soluciones; a veces esas mismas respuestas que se apartan en un principio son la solución de problemas posteriores. En cualquier caso **toda la evolución es un proceso lento** y de continuas adaptaciones a los problemas que van apareciendo. La **escritura** no surge, ya, con estos códigos y signos esquemáticos que utilizamos en la actualidad las distintas culturas, sino que nacería, en base a una representación **codificada** de todo aquello reconocible que rodeaba al hombre, sería una escritura **pictográfica** (Mesopotamia, hacia el 3.500 a. de C.) por medio de imágenes y escenas que con el paso del tiempo se iría simplificando y adaptando a las distintas formas de representación, bien en base a los distintos lenguajes, bien en base a los soportes y medios técnicos de ejecución.

Nos imaginamos que la **rueda**, aparecida también por esta época y en el mismo espacio geográfico, estaría sujeta también a un largo proceso de adaptación y desarrollo, al igual que las distintas disciplinas o "ciencias" que van surgiendo en este período de tiempo y en base cada una a sus propias necesidades. Podríamos citar, por su importancia y por su relación directa con el trabajo y tema que nos ocupa:

- **La metalurgia.**
- **La ingeniería.**

### - **La arquitectura.**

A pesar de que hemos puesto dentro de un mismo apartado estos tres puntos, diríamos que guardan distinta relación, tanto en la naturaleza y desarrollo de cada una de ellas, como con la propia necesidad de su creación.

Se puede decir que la metalurgia es la ciencia que se desarrolla en torno al tratamiento y utilización de esos nuevos materiales, que son los metales; en tanto que la ingeniería y la arquitectura son disciplinas que surgen con una naturaleza distinta, y no, en base a unos materiales determinados, sino a unas necesidades sociales del hombre y específicas en cada caso.

### 3.1.1.2 **LOS METALES.** IMPORTANCIA DE LA METALURGIA

Podemos englobar dentro de este término toda la actividad que se desarrolla en torno a los metales, y que da su nombre a esta importante época, que antecede a la nuestra, cuyo límite lo marcaría el nacimiento de Cristo.

La edad de los metales estaría subdividida a su vez en:

- **Edad del Bronce.**
- **Edad del Hierro.**

La Edad del Bronce empezaría, siempre en términos generales, a partir del año 3.200 a. de C. mientras que la Edad del Hierro sustituirá a la anterior del bronce, hacia el año 1.200 a. de C.

Realmente los metales ya se conocían con anterioridad en el Neolítico, pero no, asociados a los **minerales**, por lo cual solo se conocían aquellos que se encontraban en estado puro, en pequeños depósitos y en forma de pepitas. Posiblemente el que más llamaría la atención de estos metales fuese el oro, pues debido a su resistencia a la oxidación, debió sorprender por su brillo y color; a la vez que por sus grandes propiedades plásticas:

deformable al golpeo, y blando a las incisiones y rayado. Serían casi con seguridad los primeros pasos en la joyería del metal.

Seguramente también se conocerían el cobre, la plata y el hierro meteorítico, cuya utilización debió ser muchísimo menor ya que estarían muy limitados en sus propiedades conocidas, con respecto al oro.

Uno de los pasos siguientes en cuanto al trabajo de estos metales más allá del simple golpeo, sería la **fundición**. Primero se pudo comprobar cómo al calentar estos metales, se ablandaban pudiéndolos trabajar con mayor facilidad, y después cómo algunos de ellos, al elevar las temperaturas, acababan por fundirse pudiéndose **vaciar** en algún molde; y cómo al enfriarse después, conservaban la forma de ese molde.

Éste, fue un paso importante en los primeros conocimientos de los metales: por una parte en cuanto al trabajo y posible utilidad de los mismos y por otra hacia el estudio de sus propiedades.

Nosotros sabemos ahora la trascendencia que tendría el descubrimiento del fundido y vaciado de los metales. Pero aquellos hombres seguramente no le darían tanta importancia ya que estos materiales eran muy escasos y el producto resultante no podría sustituir ni en cantidad ni en propiedades a los útiles de piedra que utilizaba para sus trabajos, así que, los reservaba conjuntamente con otros elementos, como conchas y piedras brillantes y coloreadas, para los distintos ornamentos.

El paso realmente importante, fue, cuando se descubrió la relación que estas pepitas, en estado natural, tenían con otras, que se formaban cuando posiblemente los alfareros calentaban con carbón vegetal y a temperaturas elevadas, ciertas piedras coloreadas como la malaquita o la turquesa; seguramente para conseguir esmaltes que utilizaban en sus trabajos. No se tardaría en entender, que, este material se encontraba, de alguna forma, incrustado en este tipo de piedras coloreadas; y que la forma de aislarlo era mediante el calentamiento, al mismo tiempo que

entendieron porqué esos depósitos de pepitas en estado natural se encontraban casualmente, también, cerca del yacimiento de esas piedras coloreadas. En el caso descrito anteriormente, estaríamos hablando del **cobre**, cuya producción aumentaría de esta forma de modo considerable, por lo cual ya se dispondría de materia prima en cantidad para elaborar todo tipo de útiles, aunque también limitado en muchos de ellos por su escasa dureza.

De la misma forma que calentó las piedras que producían el cobre, calentó todo tipo de piedras con las cuales consiguió otros metales: plata, plomo, arsénico, antimonio, estaño; en general metales de baja temperatura de fusión, que a la vez fue mezclando para conseguir mejores propiedades.

Las mezclas del **cobre** con plomo y antimonio no dieron buenos resultados; sí, con el arsénico, que es la primera aleación conocida, de cierta calidad. Aunque inferior a la que se conseguiría al mezclarlo con una pequeña cantidad de **estaño** que oscila entre el 7% y el 12% de éste.

Con esta nueva aleación se conseguía un bronce de mucha más dureza, que con las otras mezclas o que el mismo cobre puro. De esta forma surge la cultura del **bronce** que da nombre a una era y sustituye los útiles, las herramientas y las armas de piedra por otras de este nuevo material, que durante 2.000 años sería el metal dominante; para dar paso a la edad del hierro hacia el 1.200 a. de C.

El **hierro** era ya un metal conocido pero no dejaba de ser un metal raro y escaso, al no asociarlo todavía con ningún tipo de mineral. El hierro conocido era el hierro meteorítico, que es, en realidad una aleación de hierro y níquel, y posiblemente sería trabajado como el forjado del bronce, pero poco utilizado debido a su escasez.

La **primera** obtención del hierro a partir de un mineral, se dice que pudo ser como un subproducto al refinar oro. Lo cierto es que con el tipo de hornos y procedimientos utilizados para la consecución del cobre y otros metales, era imposible la obtención



del hierro, que a esas temperaturas no fundía; tan solo se consiguió un material esponjoso y disperso que con el paso del tiempo se llegó a descubrir que calentándolo y golpeándolo con el martillo, soltaba la escoria y se transformaba en una masa compacta que se podía forjar. Aunque este producto resultante no tendría más dureza que el bronce, representaría otro paso importante en el desarrollo y conocimiento de las propiedades de este nuevo metal.

Según una tradición griega, hacia el 1.400 a. de C. en Armenia, habitaba una tribu denominada de los "**cálibes**", de famosos herreros, los cuales conseguían un hierro mucho más duro que cualquier bronce, calentándolo con carbón vegetal y golpeándolo repetidamente hasta conseguir la dureza pretendida.

Ahora se sabe que la adición de partículas de **carbón** a la estructura superficial del hierro, convertirían a éste en **acero**, formándose así una capa dura de acero que recubriría el núcleo original de hierro. Más tarde se descubrió que introduciendo el acero en **agua**, se producía un mayor endurecimiento aunque se volvía a la vez más quebradizo. A este procedimiento se le llama "**templado**", y ya en tiempos de los romanos se le da un nuevo tratamiento llamado "**recocido**", con el cual, este acero templado, perdía algo de dureza pero se eliminaba buena parte de su fragilidad. El tratamiento consistía en calentarlo un poco, después del templado.

No cabe duda que la inclusión de estos nuevos materiales y la utilización de los mismos en todo tipo de útiles, herramientas, armas, etc. debió representar un cambio importante para la sociedad en general, no solamente en cuanto al aumento en cualquier forma de producción por las mejoras que se introducían con estos nuevos materiales, sino también por el cambio en las propias estructuras sociales.

En base a toda esta ciencia de la metalurgia aparecerían los profesionales de los metales, posiblemente los primeros artesanos especializados y de dedicación exclusiva. Serían los representantes

de los primeros **gremios** profesionales. Éstos, a diferencia de aquellos artesanos circunstanciales del Neolítico, que solo se ocuparían de trabajar las herramientas y utensilios caseros en los ratos libres después de la ocupación principal dedicada a las faenas agrícolas y ganaderas, se convertirían en los primeros profesionales altamente especializados de la época, casi rayando lo mitológico por el hecho de tener la facultad de transformar misteriosamente esas piedras en los nuevos materiales. Ya no consistía solamente en manipular y trabajar un material dándole la forma deseada, sino que se trataba de transformar la propia naturaleza que definía ese material convirtiéndolo en otro nuevo. (Era algo mágico!).

Primero transformaría la piedra en metal y después le daría forma; fabricaría armas invencibles capaces de introducirse en la piedra. Surgirían todo tipo de mitos y leyendas en torno al forjador.

Se llamaría **forjador**, en un principio a este profesional de la metalurgia que se encargaba de realizar todo el proceso. Pero a medida que pasa el tiempo y aumenta el volumen de trabajo y posibilidades con los distintos metales, se van a establecer diferencias de acuerdo a las distintas funciones que se llevan a cabo a lo largo de toda la elaboración.

En términos generales, podemos diferenciar distintos profesionales de la metalurgia, tanto del bronce como del hierro. Así encontramos que habría un primer profesional encargado de la **extracción** en bruto de los diferentes metales utilizados; para que otros, ya especializados, les diesen las formas deseadas.

Los profesionales del bronce serían sobre todo **fundidores**; primero por ser el proceso normal para conseguir esta aleación (cobre-estaño), después por ser el método más fácil para conseguir las formas deseadas.

Los trabajadores del hierro serían los **herrerros**, y solamente **forjadores**; ya que este material no se podría fundir, y solo se podría moldear a base de calentar y golpear.

Con estos nuevos materiales y procedimientos, el hombre no solo habría dado un paso importante en el desarrollo de la incipiente industria sino que habría encontrado otro medio de **expresión**.

Como en épocas anteriores el hombre no solo utiliza los materiales que tiene a su alcance para la fabricación de útiles, herramientas o las distintas armas que cubrieran sus necesidades materiales, sino que como ya hiciera en el Paleolítico con las paredes de su caverna o en el Neolítico con sus trabajos de alfarería, también encontraría en estos metales un soporte adecuado para el desarrollo de su actividad artística; fabricaría todo tipo de útiles, armas, etc. las cuales adornaría con dibujos, grabados o formas peculiares que le servirían para definir y expresar su personal modo de trabajar; sería su firma o sello de profesional.

De esta forma, los mismos artesanos fundidores y forjadores, no solamente aportarían sus conocimientos técnicos para la fabricación de los útiles, armas y objetos rituales necesarios, sino que desarrollarían y aportarían a través de ellos toda su creatividad con nuevas formas, dibujos y diseños. Los cuales se ponen de manifiesto sobre todo en los trabajos dedicados a los objetos rituales, que se convertirían en las auténticas obras de arte; representativas de estos nuevos materiales y de este período de tiempo.

En resumen, la **metalurgia** sería la base para el desarrollo de una nueva cultura de los metales, que **unía** tecnología, ciencia y creación artística. Si se pudiera establecer una comparación con nuestra época actual: metalurgia equivaldría a **electrónica**, o la nueva forma de utilización de los metales en función del diferente comportamiento de los mismos al paso de la corriente eléctrica.

Se podría considerar una sucesión en la edad de los metales.

§ El tungsteno, el germanio o el silicio entre otros, serían los metales de esta nueva "**era electrónica**".

§ El **biestable** (procedimiento y filosofía elemental de funcionamiento de la informática y la electrónica digital), la nueva aleación que permitiría ese doble estado (sí-no, 0-1).

Pero volviendo a la primitiva edad de los metales o principio de la civilización actual; no solamente encontraríamos la metalurgia, como elemento de relación, que tendría importancia para el desarrollo, tanto de la tecnología como del arte y la posible relación de estas dos disciplinas; sino que surgirían otras nuevas disciplinas y actividades, de primer orden actual, como la arquitectura o la ingeniería; también como consecuencia del desarrollo y de la nueva forma de vida y necesidades de esa sociedad en expansión.

### 3.1.1.3 INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Se puede decir que, estas dos disciplinas, nacen o surgen bajo ideas o principios totalmente distintos. Mientras la **ingeniería** se crearía en base exclusivamente a la cultura **material**; bien en obras civiles como la canalización de aguas, o en obras militares como la ejecución de trincheras o fortalezas; al igual, que todo tipo de artilugios y máquinas de guerra. La **arquitectura** estaría estrechamente relacionada con la cultura **espiritual**, y, una de las grandes consecuencias por la cual surgiría, tendría que ver con la necesidad, por parte de estos hombres, de la necesidad de templos donde realizar sus ritos, y sobre todo del culto a los muertos.

Para elevar y construir, ese tipo de edificios; sería necesario, crear toda una ciencia: La Arquitectura.

Ejemplos representativos de la arquitectura de esta época en torno al Mediterráneo son:

- **La arquitectura megalítica.**
- **La arquitectura en Mesopotamia.**
- **La arquitectura en Egipto.**

De la primera, tenemos ejemplos en toda la zona europea; siendo posiblemente el más representativo, el conjunto de

**Stonehenge**, al sur de Inglaterra y construido hacia el segundo milenio a. de C.

En general, este tipo de construcciones, se basaría en la elevación de grandes piedras; solas, o formando agrupaciones, como en el anterior ejemplo de Inglaterra, donde se agrupan formando un círculo de elementos en posición vertical sobre las que se apoyan otras en su parte superior, y en posición horizontal. Estos megalitos o construcciones megalíticas que estarían trabajados de forma un tanto tosca, ocuparían sobre todo los lugares reservados al **culto** a los muertos.

La arquitectura en **Mesopotamia** significaría un salto cualitativo con respecto a esas construcciones europeas, pues debemos tener en cuenta que la Europa de esa época posiblemente llevase un retardo con respecto a esta civilización en torno a los 2.000 años. Esta arquitectura estaría representada sobre todo por la construcción de los grandes **templos**, que se elevaban en las emergentes ciudades; y destinados a la veneración de los dioses, encargados de ayudar y propiciar el bien a todo tipo de necesidades.

Desgraciadamente apenas han quedado vestigio de estas construcciones, debido sobre todo al material empleado y existente en la región. La falta de piedra haría que se construyese a base de barro que resultaría perfectamente apropiado en el momento; pero que evidentemente con el paso del tiempo, no aguantaría la erosión, como cualquier otra construcción de piedra, por muy débil que fuera ésta.

La arquitectura de **Egipto** representaría la máxima expresión tecnológica y artística. Se puede decir que encierra y representa todo el saber de la época. Y además afortunadamente se ha conservado hasta nuestros días; debido sobre todo, al material empleado en su construcción. Al contrario que en Mesopotamia, donde había una falta evidente de piedra; en este otro centro de la cultura, sería lo suficientemente abundante como para utilizarla en todas esas construcciones monumentales, como son: las esfinges,

templos y pirámides; que aún se conservan y se siguen admirando en la actualidad.

Posiblemente lo que más haya llamado la atención de estas construcciones al margen de lo que representan para el mundo de la cultura y el arte en general, sea, el sistema o técnicas materiales empleadas para su construcción, ante una, casi, total falta de mecanismos que pudieran suplir la propia mano del hombre.

El mundo de la mecánica, al margen del conocimiento intuitivo de la palanca, y su aplicación a distintos útiles y herramientas, estaba muy limitado. Para estas construcciones, al igual que las megalíticas, no solamente tendría que mover y desplazar grandes volúmenes y pesos, sino que también tendrían que elevarlos hasta una cierta altura; con lo cual, debería buscar y utilizar nuevos recursos mecánicos, además de la **palanca**. Ésta máquina simple, la utilizaría sobre todo para mover esos grandes pesos. El desplazamiento por tierra, se llevaría a cabo, sobre todo, arrastrándolos sobre pistas; alisadas previamente, y sobre una especie de patines a los cuales se le añadirían más tarde los troncos a modo de rodillos; para facilitar el desplazamiento sobre la pista, de esta carga; que en todo momento iría tirada por una enorme multitud de peones.

Se estarían estableciendo, posiblemente, los primeros principios y usos de la rueda.

Pero el hecho de tener que elevar esta carga supondría añadir otro elemento mecánico importante al sistema, por lo cual, al no conocer todavía la rueda y sus máquinas derivadas, como los sistemas de poleas y grúas; obligarían a la construcción de rampas elevadas, por lo menos hasta la altura de donde se quisiera depositar esa carga; para después simplemente dejarla caer y acomodarla.

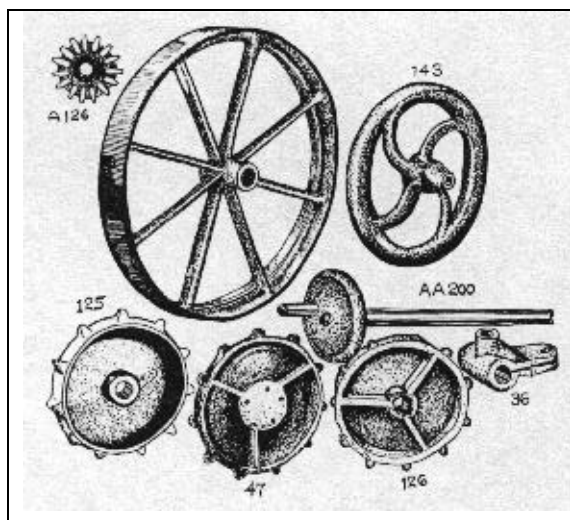
Habría aparecido el "**plano inclinado**" que juntamente con la palanca pasaría a formar parte de las dos máquinas o principios mecánicos simples de los cuales derivarían todos los demás. La **cuña** primero, y después el **tornillo**, serían los ejemplos más

representativos y las primeras máquinas derivadas de este mecanismo simple llamado plano inclinado.

La palanca, por medio de la rueda, derivaría en la polea y el torno; que conjuntamente y en combinación con la cuña y el tornillo formarían la base de la mecánica primitiva. De la cual, la rueda, va a ser el elemento básico y clave para el desarrollo de todo un **mundo mecánico**.

Llegado a este punto, tendríamos que hacer un apartado especial, ya que, la rueda, por sí sola y su uso, no solo representaría uno de los grandes inventos de la humanidad; sino que, en adelante, su propia esencia cambiaría totalmente el concepto de la mecánica.

### 3.1.1.4 LA RUEDA



*Diferentes aplicaciones.*

La rueda, como forma circular, aparece como la más adecuada para evitar el rozamiento entre dos superficies, cuando queremos que una se desplace sobre la otra. Realmente, desaparece el **rozamiento**, dando paso a otro concepto físico en cuanto al desplazamiento; que podíamos llamar de **rodamiento**.

Ya antes planteábamos la idea de, cómo y porqué surgían los objetos y útiles, que el hombre va creando, en base, puramente, a sus necesidades. Pues bien, nos imaginamos que el hombre se encontraría en la necesidad de transportar grandes pesos; sobre todo a la hora de llevar a cabo esas grandes construcciones, como fueron templos y pirámides.

Hemos hablado, también, de que los egipcios no llegaron a conocer la rueda hasta mucho tiempo después de la construcción de esas grandes pirámides, pero sí que se han encontrado elementos de referencia de la utilización de lo que podríamos considerar los principios en los que se basaría después, el funcionamiento de dicho elemento mecánico; como la utilización de rodillos que se colocaban entre el suelo, y la plataforma que transportaba la carga; eliminando así el rozamiento con la pista de desplazamiento.

Este primer principio, a base de rodillos naturales que podrían ser, perfectamente, los troncos de los árboles, sería seguramente el que sirvió a los sumerios, también, para transportar sus cargas y, al mismo tiempo, para darles la idea del funcionamiento y creación de la rueda, en torno al año 3.500 a. de C.

Como hemos dicho antes, este tipo de creaciones e inventos, no surgen de forma espontánea, sino que se van desarrollando poco a poco, adaptándose a las necesidades y modificándose con la introducción de mejoras para superar las dificultades. Una de estas primeras dificultades surgiría cuando los troncos o rodillos se fuesen quedando atrás a medida que se avanzaba con la carga; teniéndolos que volver a poner de nuevo en la parte delantera; y así sucesivamente a medida que se iba progresando. Esta dificultad, posiblemente se trató de solucionar intentando **fijar** de alguna forma estos rodillos con la parte inferior de la plataforma que transportaba la carga. Como primera medida, se intentaba evitar ese desplazamiento hacia atrás, al mismo tiempo que permitirles libertad de giro, con el fin de desarrollar la misma función. Esta causa conjuntamente con los problemas que



planteaban las irregularidades del terreno, seguramente llevarían a introducir una mejora en el sistema a base de **disminuir** el diámetro del tronco en su parte central, a modo de eje fijo, lo cual permitiría, por una parte, sujetarlo a la plataforma por medio de una especie de tirantes, posiblemente de cuero engrasado, dentro de los cuales girarían como lo hacen en la actualidad los modernos **cojinetes**. Y por otra parte, las distintas mejoras de este sistema irían definiendo y mejorando la idea de **eje**; conservando el diámetro del tronco primitivo solamente en los extremos del mismo, con lo cual tan solo estas dos partes extremas entrarían en contacto con el suelo, consiguiéndose al mismo tiempo una mejor adaptación al terreno y pudiéndose evitar algunos de los obstáculos centrales con los cuales chocarían los troncos totalmente cilíndricos.

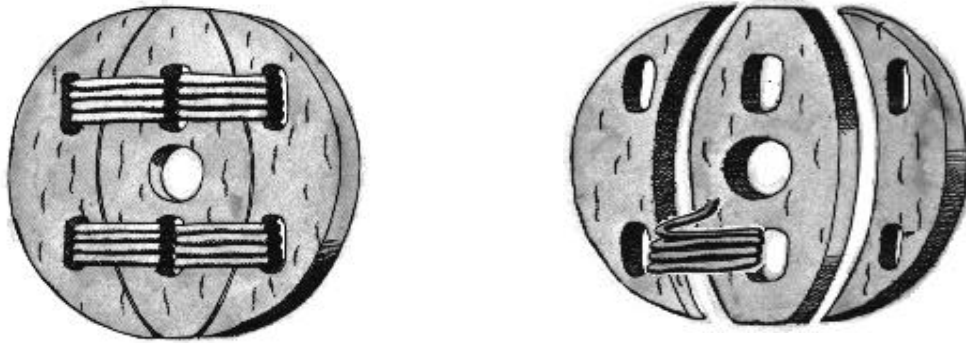
Estas partes extremas del tronco, dejarían entrever los primeros esbozos y posibilidades de la rueda, de manera que quedaban ya perfiladas, aunque formasen parte de una misma forma, conjuntamente con el eje, a partir de lo cual, intervendrían distintos factores hasta la consecución de la rueda como tal, e independiente de su eje.

Uno de los factores podría ser el hecho de intentar evitar los mayores obstáculos posibles, lo cual se conseguiría con el mayor diámetro que se pudiera conseguir en esas partes extremas del tronco, que rodarían por el suelo. Posiblemente este hecho, llegaría a plantear la fabricación del conjunto "**ruedas-eje**", con dos diámetros distintos, ya de entrada, con el fin de evitar tener que rebajar de forma considerable el diámetro central y el correspondiente trabajo que ello conllevaría. De esta forma, utilizaría un tronco de menor diámetro para la parte central o eje; y otras dos piezas de diámetro mayor para los extremos, las cuales ensamblaría de alguna forma. La más elemental sería efectuar sendos taladros en el centro de los troncos de diámetro superior para ajustarlos después a los extremos del eje de diámetro inferior.

Cualquier desajuste en esta acción podría plantear la situación paradójica de ver como el giro de esa pieza de diámetro superior podría abrir nuevas expectativas a fin de poder dejar el eje fijo y girar por tanto solamente la rueda. Por otra parte, en caso de cualquier avería consistente en el deterioro de cualquier elemento; siempre se podría cambiar éste, manteniendo los otros originales con el consiguiente ahorro de trabajo y material. El único problema era conseguir que la rueda girase de forma fácil sobre su eje y al mismo tiempo que se mantuviera en su posición y no se saliese del mismo.

En distintas representaciones de murales y figuras rituales de la época aparece ya este sistema, donde se aprecia la utilización de un pasador sobre el eje, evitando así su salida.

Este sistema, consistente en diferenciar ruedas y eje, abriría muchísimas posibilidades a su desarrollo. Por una parte se eliminaba el mecanismo de cojinete "**eje-plataforma**" fijándolo definitivamente y trasladando el propio sistema al giro **eje-rueda**, más fácil y de mejor solución. Por otra parte esta diferenciación sugería de alguna forma la posibilidad de utilizar distintos materiales; así el eje no tendría que ser forzosamente de madera y se podría sustituir por otro de metal, con lo que se ganaba en resistencia disminuyendo al mismo tiempo el diámetro. También la rueda podría sufrir modificaciones y mejoras, pues al ser elementos independientes ya no tenían porqué ser esas secciones o especie de rodajas de árboles; que por otra parte no tardaban en researse y agrietarse, lo que provocaba un desgaste desigual y un rápido deterioro terminando por romperse fácilmente. De esta forma se empezaron a utilizar distintas piezas para su fabricación.



*Rueda Mesopotámica. Despiece*

Según imágenes conservadas en murales que datan de entre 3.000 y 2.500 años a. de C., de forma general, dichas ruedas, estarían formadas por tres piezas: una central de forma parecida al óvalo donde se encontraría el sistema de giro y sujeción; y otras dos, cuyas formas nos recordarían a la luna en cuarto menguante, abarcando éstas casi la totalidad de la **banda de rodadura**; y sujeto todo el conjunto, a base de tiras de cuero o mimbre; lo cual le daba bastante consistencia, a parte de cierta elasticidad.

Al estar estas dos piezas en contacto con el suelo serían las más expuestas a su **deterioro** con lo cual solamente se cambiaría la parte estropeada conservándose mucho más tiempo la parte central, más difícil de elaborar. Más tarde se añadiría un refuerzo **metálico** a esta banda de rodadura con lo cual se preservaría a la rueda o parte de madera, la totalidad del desgaste por rozamiento; a parte de conseguir mayor duración de la misma, en general, por la gran resistencia al desgaste que aportaba la banda de rodadura de metal. Esta aportación de metal se vería incrementada también en la utilización de **bridas**, para atar o fijar las tres partes componentes de la rueda; sustituyendo así al cuero y al mimbre utilizado hasta entonces. Tanto estas bridas como la banda de rodadura ayudarían a simplificar la realización de la rueda, al

mismo tiempo que darle muchísima mayor consistencia y por supuesto una gran resistencia al desgaste y la rotura.

Si comparamos estas ruedas con las actuales que utilizamos en nuestros vehículos, veremos, que en líneas generales guardan la misma composición; diferenciándose sobre todo en el material de fabricación: por una parte está la banda de rodadura, que en las ruedas actuales, la forma, el aro metálico recubierto por una cámara de goma, que contiene el aire a presión; por otra estaría la parte interna o cuerpo que se uniría al eje, y cuya unión podría ser de las dos formas diferentes descritas con anterioridad, en el principio de la rueda; dependiendo de la libertad de giro o no, del eje; o sea **rueda libre y eje fijo**, por una parte; y por la otra, **eje y ruedas móviles**. Éste, que sería el principio de la rueda, pondría la base para la utilización en la actualidad de las **ruedas motrices**, o ruedas que a través y en unión de los ejes, reciben el movimiento y la potencia del motor; suficiente para impulsar el vehículo.

Por otra parte, esta idea de vehículo como medio de comunicación y transporte que tenemos en la actualidad, dista mucho de lo que debió representar en esas sociedades de la edad de los metales, ya que, en principio, ellos no disponían de un sistema de carreteras, por el cual pudieran circular sin los obstáculos, propios, del terreno. Los primeros vehículos propiamente dicho; y por lo que vemos en algunos de los murales de Mesopotamia, referidos con anterioridad, serían una especie de **carretas**, utilizadas, sobre todo para el traslado de soldados y su armamento, hasta el campo de batalla. En dichas imágenes se aprecia la constitución de estas carretas; diferenciando una parte anterior, como, un especie de cajón donde se depositan las lanzas; y una parte posterior, que ocupada por el conductor, dominaba el tiro de varios animales (burros o caballos).

Hasta unos 2.000 años a. de C. no se utilizarían los carros ligeros, de dos ruedas huecas y con radios; estos ya sí, como auténticas máquinas de guerra, y no, de transporte, como las anteriores.

El uso de la rueda se hace también evidente de manera importante en todo tipo de elementos **rituales** en forma de carritos que transportan vasijas, hombres, incluso animales y otros objetos simbólicos, como los encontrados en la Europa de finales de la edad del bronce; al igual que los encontrados, éstos, de tamaño natural, en los enterramientos de faraones, como medios divinos de transporte.

Como vemos la rueda formó también parte importante, al margen de las actividades bélicas, en la cultura espiritual. Mientras que, por otra parte, su utilización para el transporte de mercancías y el uso de la carreta en grandes distancias, estaría muy limitado, debido como hemos dicho antes a la falta de caminos adecuados; utilizándose sobre todo el transporte fluvial, como algo natural y lógico de estas grandes culturas ribereñas de Mesopotamia y Egipto. Los ríos, ya no solo proporcionarían el agua para el riego y los cultivos, sino que se convertirían en auténticas carreteras naturales; servirían como caminos de comunicación y transporte para todo tipo de mercancías, incluidas las grandes piedras que se utilizaban en las construcciones de templos y pirámides; para lo cual, se tuvieron que adaptar las embarcaciones; experimentándose así un gran avance en toda la tecnología aplicada a la navegación, sobre todo para poder aguantar y transportar esos grandes pesos hasta el lugar más cercano posible a la construcción; desde donde no tendrían más remedio que utilizar el transporte terrestre. De esta forma nos encontramos con la **navegación fluvial** como el principal medio de transporte de grandes pesos y grandes distancias; mientras que el transporte por tierra estaría todavía demasiado limitado, aún con la aparición de la rueda, que iría poco a poco evolucionando hasta llegar más tarde a convertirse en el elemento imprescindible para el desarrollo del transporte y la comunicación terrestre.

Pero la rueda no solo sería el principio de estos medios de transporte terrestre, sino que significaría un paso tecnológico

definitivo para la creación en torno a ella de toda clase de artilugios y mecanismos; desde su aparición hasta nuestros días.

Si la palanca y el plano inclinado, empleados ya en la construcción de templos y pirámides, formarían las bases de la mecánica primitiva; la rueda va a representar la base de la mecánica actual.

Una de las primeras aplicaciones sería el **torno** de alfarero, lo que mejoraría muchísimo la producción de todo tipo de cacharros; al igual que la **noria** o rueda hidráulica, significaría un paso importante en el riego de los campos. Lo curioso e importante de esta última máquina primitiva, sería la aplicación y aprovechamiento de una energía **ajena**, no animal, como sería la obtenida por la propia corriente de los ríos, donde se instalaban; al mismo tiempo que recogerían ese mismo agua, por medio de baldes o recipientes, atados y situados a lo largo de la circunferencia de esta rueda, que se llenaban al introducirse en el río, y se vaciaban, al llegar a la parte superior, en una especie de canal, que distribuía este agua para el riego de los campos.

Este mismo principio de la utilización de la energía hidráulica por medio de la noria sería utilizado para mover posteriormente todo tipo de máquinas (molinos, martinetes, etc.)

Las mismas norias instaladas en pozos poco profundos y que por supuesto no contaban con la propia corriente de las aguas para su extracción, eran movidas por la energía animal. Este sistema llevaría sobre todo a pensar en cómo el propio animal podría mover una rueda situada de forma vertical.

Añadiendo a estas ruedas a lo largo de toda su circunferencia una especie de enganches, podía ser movida por otra similar y situada de forma horizontal, la cual sí que se podría impulsar fácilmente por medio del propio hombre o de un animal, aparejado convenientemente. Este podría ser el principio de la transmisión por el sistema de engranajes.

Como vemos, la **noria** representó un gran paso para el posterior desarrollo de la mecánica. Al margen de la propia

función consistente en la extracción de agua, serviría como base para establecer conceptos mecánicos de transformación y transmisión de fuerzas y movimiento. La idea de utilización de la misma energía hidráulica que proporciona la corriente del río, abriría un nuevo camino o concepto primario que podríamos encontrar en los orígenes de pensamiento mecánico como la creación del autómatas y el movimiento continuo. Al mismo tiempo y conjuntamente con la vela como sistema que utiliza la energía del viento, establecería los principios de la utilización de energías inagotables y ajenas al propio esfuerzo de hombres y animales. En la actualidad nos podrían servir todavía de referencia hacia la búsqueda de la energía natural alternativa **ideal**, limpia y eterna.

La corriente del **río** y la fuerza del **viento** se convertirían en las dos primeras de esas energías rentables, para entonces y en todos los sentidos.

El principio de la **vela** no solamente sería utilizado para impulsar las embarcaciones y surcar los mares, sino que sería utilizado también en tierra para elaborar aspas; que impulsadas por el viento, moverían mecanismos similares a los aplicados en los modelos hidráulicos. Siendo los molinos de viento las máquinas o artilugios más representativos de estos sistemas, que aprovechaban el viento y los principios de transmisión y movimiento circular.

Por otra parte, la rueda no solamente vendría a sumarse a los otros mecanismos básicos, como la palanca y el plano inclinado, sino que les tomaría como referencia, y en base a ellos se crearían otros combinados como la **polea**, el **torno** o el **tornillo**, este último, utilizando la cuña como derivado también del plano inclinado.

La combinación de todos ellos supuso el auge de la mecánica y la creación de esta ciencia como tal; con el nacimiento de otra gran cultura, más cercana a nosotros en el tiempo y en el pensamiento, como sería la cultura griega.

### 3.1.1.5 MECÁNICA. SOCIEDAD Y CULTURA

Si pudiéramos decir que las culturas mesopotámica y egipcia son la cuna de la civilización mediterránea, la cuna de la civilización occidental sería sin duda la **cultura griega**.

El nacimiento de esta gran cultura, al contrario de las otras dos anteriores, no sería en torno a los ríos, los cuales proporcionaban recursos suficientes para un buen desarrollo de la agricultura al mismo tiempo de ofrecer una buena vía de comunicación y control del territorio, sino que ésta se empezaría a conformar progresivamente en torno al mar Egeo, o zona del Mediterráneo, comprendida, entre la Grecia y la actual Turquía. Disponía, debido a su configuración geográfica, por tanto, con una base económica totalmente distinta y a la vez inferior que afectaba así de forma determinante a su desarrollo tanto económico como cultural, dependiendo sobre todo de un cultivo que se podía considerar pobre, a base de olivos y viñedos, así como de algunos recursos de pesca, al mismo tiempo que de una dificultad natural de comunicación entre las distintas partes del territorio, de lo que se podría considerar todo el conjunto geográfico cultural, configurado en una gran parte a base de islas. Este hecho va a ser determinante para que se dé una especie de progresión zonal cultural-geográfica que se va a desplazar lentamente por todo el territorio desde las islas Cícladas, la gran isla de Creta, hasta la Grecia continental. El hecho de este desplazamiento y progresión de culturas parece ser sintomático, en cuanto a la influencia que debieron desarrollar las otras culturas cercanas del Mediterráneo y del Asia Menor. Estas culturas prehelénicas van a coincidir con los distintos períodos de la edad del bronce, correspondiendo primero la cultura de las **Cícladas** con el período alto (3.500-2.200 a. de C.); el **Minoico** de la isla de Creta, al período medio (2.200-1.650 a. de C.); y el de **Micenas** al período bajo de esta edad del bronce (1.605-1.100 a. de C.)



La suma de toda esta sucesión de períodos culturales propios, más las influencias y relaciones con las otras culturas como la mesopotámica o egipcia darían como resultado el surgir de una cultura diferente, a la que denominaremos la cultura griega clásica.

Decimos que es una cultura diferente porque va a introducir otro parámetro, por el cual el hombre daría un salto cualitativo en la forma de relacionarse con el mundo que le rodea.

Hasta entonces, el hombre tenía unos esquemas de pensamiento totalmente distintos a los nuestros. Ellos no diferenciaban de forma precisa entre distintos campos como la religión, la ciencia o la filosofía; no comprendían el significado interno de los fenómenos ni se paraban a analizarlos; para ellos existía un esquema general de pensamiento donde todo lo que les rodeaba, sucedía y era de una determinada forma porque así lo habían decidido y creado los dioses desde el principio de los tiempos. El hombre no era quién, ni se sentía con el deseo o la necesidad de comprender la esencia de las cosas ni de saber porqué se producen los fenómenos, simplemente acataba los hechos que le rodeaban, el devenir de la vida y el paso del tiempo, de una forma natural.

La cultura **griega clásica** o la que se podría considerar como la cultura del pensamiento, surgiría en este espacio en torno al mar Egeo entre los años 600 y 700 a. de C. dándose una serie de condicionantes que propiciarían este paso importante, sobre todo por la propia estructura social y política a la que se había llegado. Se puede decir que Grecia fue una de las principales culturas dominantes de la edad del hierro. El dominio en las técnicas de elaboración de este material y el consiguiente abaratamiento en la producción de todo tipo de útiles, ofreció la posibilidad de crear ejércitos fuertemente armados con espadas y lanzas de hierro que llegaron a dominar y a expandirse por todo el terreno circundante.

La guerra y el dominio sobre otros pueblos, parece ser el común denominador del surgir y el desarrollo de las grandes

culturas; parece como si la necesidad de vencer sobre los otros, nos hiciese superarnos hasta un nivel impensable en condiciones normales. En el caso de los griegos, la economía agrícola no era lo suficientemente rentable para el mantenimiento y desarrollo de esa sociedad creciente, así que se tuvieron que dedicar a otro tipo de actividades. El comercio marítimo, la esclavitud y el establecimiento de colonias, serían los pilares económicos en que se sustentaría la Grecia dominante. Para ello, el dominio de la metalurgia del **hierro** sería esencial; por una parte la mejora en la construcción de barcos daría un paso importante con la inclusión de todo tipo de anclajes y refuerzos de hierro que ayudarían a conseguir barcos más fuertes y capaces de soportar mejor la navegación, con lo cual se podía llegar más lejos, al mismo tiempo que aumentar el volumen de transporte; tanto de hombres como de mercancías. Y por otra parte, a otro nivel, lo que se vino a llamar la revolución **hoplita** (del griego "hoplon", que significa herramienta). Esta revolución englobaría distintos acontecimientos y actuaciones, que desembocaría hacia el año 700 a. de C. en lo que empezaría a ser la cultura clásica griega.

Durante la época **micénica**, la guerra era casi exclusivamente privilegio de los aristócratas, que, se podían permitir conseguir caballos, carros, armas y armaduras de bronce, para afrontar las guerras y cosechar la recompensa de las victorias. Pero cuando aparece el hierro como un material barato al que tienen acceso otras clases como comerciantes, artesanos y en general el ciudadano medio, cambia de forma radical toda esta estructura de la guerra. Donde antes los carros y la caballería tenían un papel dominante, surge la infantería (la falange hoplita) con armadura, escudo y lanza arrojadiza de hierro, que organizados en agrupaciones rompen la filas de los enemigos. Siendo la dotación en armas de cada soldado, dos lanzas y una pequeña espada además de la armadura y el escudo. De esta forma, los hoplitas no solo se llegarían a convertir en los mejores soldados del Mediterráneo sino que propiciarían un cambio importante dentro

de la propia estructura socio- política de la "**polis**" o ciudad-estado griega. Cambio que se produce en el transcurso de 50 años, desplazando al anterior poder de los aristócratas y participando de forma activa en el nuevo gobierno, promulgándose el principio de la "isonomía" o igualdad de los ciudadanos en la participación del gobierno y la guerra. Sería el primer ensayo de democracia, aunque debemos decir que a los esclavos no se les consideraba ciudadanos.

Este nuevo esquema de sociedad griega, sería el apropiado para el desarrollo de una gran cultura. El propio cambio en la estructura de poder va a propiciar nuevos planteamientos, no solo en la forma de vida y organización de la ciudad, sino desde el punto de vista del pensamiento. Los sabios no solamente se ocuparían de alimentar las creencias del mundo espiritual que representaba el "**mito**" y las clases aristócratas, sino que ahora encontraría el medio adecuado para el desarrollo y difusión de su propio pensamiento, que al margen de sus propias creencias y planteamientos espirituales, intentaría ofrecer en base sobre todo, a la lógica y la razón. Serían los planteamientos racionales y el nacimiento de la **Filosofía**.

Al principio, y como introducción a este trabajo ya hablábamos de la cultura griega y concretamente de los filósofos más representativos que se ocuparon del estudio de la física y de la naturaleza del movimiento, no así de aquellos que abordaron el tema desde un punto de vista totalmente **práctico**, esto es con experimentos y aplicaciones materiales. Hay que decir que en la Grecia de esta época todo trabajo manual era considerado como **bajo y servil**, lo cual implicaba la baja catalogación social de los ciudadanos artesanos que entraban en competencia con los esclavos. Solamente aquellos trabajadores manuales que se especializaban y alcanzaban un gran grado de perfección en el desarrollo y elaboración de sus productos, podrían situarse en un nivel más elevado. De esta manera tanto carpinteros, herreros, pintores, escultores, etc. tendrían igual consideración. Tan solo los

arquitectos, dedicados a la construcción de templos, o ingenieros a la construcción de todo tipo de artilugios y máquinas de guerra, por su trabajo específico, se salvarían de esa baja consideración.

Se puede decir que la cultura griega va a poner las bases para el desarrollo de la ciencia y el pensamiento, pero a la vez va a establecer unos principios por los cuales todo lo que representaría la investigación práctica quedaría frenada y de alguna forma marginada. Haciendo un esquema general, se establecerían dos términos o actividades radicalmente alejados, que serían "**el saber teórico**" y "**la actividad técnica**". Serían dos mundos totalmente separados, lo cual se encargarían de alimentar los propios filósofos, que edificaron grandes proyectos teóricos y doctrinas generales, para dejar relegadas la actividades técnicas a simples tareas rutinarias. Afortunadamente, algunos de estos filósofos como **Arquímedes** (287-212 a. de C.), unieron en ocasiones ciencia y técnica para ofrecer una respuesta mucho más racional. Da la sensación de que el hombre, siempre establece una **dualidad**, donde existen dos extremos totalmente opuestos y separados como el bien y el mal, lo material y lo espiritual, lo teórico y lo práctico, la técnica y el arte. Esta última dualidad tal y como entendemos sus términos en este momento nos tendría que hacer reflexionar si hacemos una consideración etimológica: El término técnica vendría del griego "**techne**", del cual su equivalente latino sería "**ars**" que a la vez derivaría en arte. En realidad es un mismo término que nuestro léxico o forma de hablar ha convertido en la actualidad en dos términos de diferente significado. Para los griegos "techne" englobaba la totalidad de habilidades humanas, existía la techne o arte de la agricultura, el arte de la carpintería, el arte de la medicina, o el arte de la figuración, donde estaría la pintura y la escultura, así como cualquier artesanía e incluso el conocimiento técnico. Evidentemente la consideración o significado que nosotros damos en la actualidad a estas disciplinas es distinto al que daban los filósofos griegos, y posiblemente en el futuro, la ciencia, la técnica

y el arte en general, se puedan estructurar de forma diferente. Lo cierto es que todo, absolutamente todo guarda relación entre sí. En muchas ocasiones oímos decir que el arte debe ser global, que abarque todas las actividades cotidianas; que existe una ciencia general; que el universo es una gran máquina en movimiento. Todas estas consideraciones las hace cada cual desde un punto de vista distinto; que va formando con sus propias convicciones, formación o creencias. Deberíamos entender que todo es válido en un momento determinado si la argumentación es demostrable, no solo teóricamente sino también de forma práctica; no solo en base a una idea o creencia sino también a otras distintas. Nosotros sabemos en la actualidad que la **experimentación** es esencial para sacar conclusiones reales, jugamos incluso con la probabilidad. Los filósofos griegos, en cambio despreciaban la experimentación manual, aunque sí pondrían las bases para la dialéctica y el debate. Un ejemplo de la dualidad "**material-espiritual**", lo representarían los dos primeros grupos de filósofos sucesivos también en el tiempo. Los primeros, del período **jónico** (s. VI a. de C.) como Tales, Heráclito o Anaxágoras, como representantes de los planteamientos **materialistas**, intentaron explicar el mundo físico en términos de fenómenos en sí mismos y no relacionados con las creencias espirituales o religiosas. Los otros, del período **ateniense** (480-330 a. de C.) como Sócrates, Platón o Aristóteles, de planteamientos totalmente **teóricos** e influenciados por esas creencias religiosas, elaboraron sus teorías y pusieron las bases de lo que se ha llamado el punto culminante del pensamiento griego.

Habría una tercera fase o etapa **helenística**, posterior, que se apartaría en cierta medida de esa dualidad de lo material y lo espiritual cuando **Alejandro Magno** funda su gran imperio y con él entran en contacto las ciencias griegas, con las viejas culturas de oriente; surgiendo así una fuerte simbiosis de la técnica con la ciencia, y produciéndose como consecuencia un gran desarrollo; por ejemplo de las matemáticas, la astronomía o la mecánica, que a la vez podemos asociar con Euclides, Hiparco y Arquímedes.

Si **Aristóteles** puso la gran base teórica para el estudio de la **naturaleza** y abrió el debate en torno a la física como la ciencia encargada del estudio del ser en movimiento y el cambio. **Arquímedes**, con sus estudios de **mecánica** fue el que contribuyó en mayor medida al desarrollo de esta ciencia física. La unión de sus planteamientos matemáticos con el comportamiento de las máquinas simples (palanca y plano inclinado) pondrían las bases de la mecánica o **arte mecánico** como la verdadera ciencia del movimiento; esto es, y según cualquier definición actual: la encargada del estudio del movimiento de los cuerpos, las fuerzas que los provocan y su relación en los cuerpos que permanecen en equilibrio.

Todas las leyes de la mecánica que se han ido estableciendo en base, tanto a planteamientos teóricos como experimentales, en todo caso demostrables y que se aplican de forma universal a todas las máquinas, cuerpos o sistemas en equilibrio o movimiento, van a interesar, por supuesto y en primera medida a los físicos e ingenieros, encargados del estudio del movimiento como tal o el dominio y conocimiento para el diseño de todo tipo de máquinas; pero también, llegado el momento podría interesar al mundo de las artes plásticas. Supuesto, que intentaremos analizar a lo largo de este el trabajo.

### 3.1.1.6 **MECÁNICA**. CONSIDERACIÓN ARTÍSTICA

El hecho del posible interés, por parte del mundo del arte, de utilizar la mecánica, de forma general, como otro medio o recurso expresivo más, y de forma particular para aquellos que van a profundizar en su estudio y conocimiento, para convertirlo en eje principal de su producción artística. Va a suponer que surjan ideas encaminadas a la producción de un nuevo arte, donde términos como: mecánica, ciencia, tecnología, máquina, movimiento, etc. compongan un nuevo lenguaje plástico.

La inclusión de la máquina al mismo tiempo como elemento integrante de una composición artística, rompería su propia idea, sumándose, por otra parte, a esa dualidad **mecánica-arte**, donde la máquina traspasaría su propia función práctica para convertirse en elemento plástico y con una función puramente expresiva.

Pero todos estos planteamientos acerca de la mecánica y el arte, y la posible convivencia de ambos términos en esta nueva forma de arte, relativamente reciente, o "Arte Cinético" cuyo nombre se da a conocer en 1955; donde el movimiento como base o idea general sería el fenómeno en torno al cual se desarrollaría toda una producción artística, tendrían incluso, de forma individual, que recorrer un largo trayecto hasta obtener un merecido reconocimiento. Hemos hablado un poco de la consideración que se tenía a los primeros artistas de la cultura griega clásica y de alguna forma, cómo se despreciaba en parte su trabajo, por considerarlo manual, y por consiguiente indigno frente a los trabajos del pensamiento y las respuestas dialécticas que podrían proporcionar los hombres sabios o filósofos; que en definitiva formaban la cúpula de la sociedad de esa, nuestra cultura clásica. Desde entonces hasta la aparición del arte cinético, tanto la mecánica como el arte de la figuración (pintura y escultura), a los cuales se les consideraba profesionalmente de forma similar en un mismo escalafón, tendrían que efectuar un largo recorrido a lo largo de la historia; cada cual intentando dar la respuesta adecuada a sus principios y propósitos, a que estaban destinados; y que en todo momento marcaban los poderes de la sociedad:

- La **mecánica** para cumplir una función puramente **material**.
- Las **artes figurativas** más encaminadas hacia el desarrollo y establecimiento de una cultura **espiritual**.

En esos momentos tendríamos que hablar de disciplinas totalmente opuestas a pesar del considerado concepto de **trabajo** mecánico o manual.

Sin embargo, hoy en día no deberíamos hablar de ningún arte contrapuesto a cualquier otro término; diríamos que el arte debe sobrepasar o estar por encima de cualquier planteamiento referido a toda disciplina, ya sea de producción, como de conocimiento. Debería ser una forma de expresión universal, a la cual todo individuo tendría acceso y mediante la cual, de forma individual, uno se podría mostrar tal y como es, expresándose en base a una simbiosis consecuencia de la suma de distintos factores que van a condicionar el desarrollo de su vida, como su propia formación y conocimientos, el entorno sociocultural e histórico que le rodea y la propia necesidad material y espiritual para su relación con el mundo exterior. Sería un poco el **culmen** o la máxima expresión de cualquier actividad que uniese la parte material con la espiritual, donde el individuo pudiera expresar sus más profundos sentimientos o simplemente su preocupación cotidiana, y con los medios más adecuados de que pueda disponer de una forma considerada "perfecta". Podríamos hablar de la realización como individuo. ¿Acaso se puede sentir más satisfacción que cuando alguien consigue desarrollar una labor, expresándose libremente y además alcanza los retos que se había marcado de antemano?. El problema está en que son demasiados los condicionantes que se interponen entre una actividad y su culminación artística. De ahí todos los planteamientos y consideraciones de lo que **es** y **no es** una obra de arte. ¿Es una obra de arte una máquina?, ¿Es una obra de arte una silla?, ¿Es una obra de arte una montaña?, ¿Es una obra de arte la pirámide de Keops?.

En un primer momento, diríamos que la pirámide de Keops es una obra de arte, que la montaña es una obra de la naturaleza o de Dios y que la silla y la máquina son dos elementos manufacturados que sirven para desarrollar una función práctica al hombre.

¿Se podría definir como obra de arte aquella creación por parte del hombre que tiene, en un principio, una respuesta estética y diferente a otras; que la realización práctica se ha desarrollado



con la técnica y el material más adecuado; y que además se adapta perfectamente a la idea o concepto que se quiere expresar?.

Si decimos que una obra de arte es aquella que la realiza el hombre, habremos eliminado la montaña a pesar de lo bella que puede llegar a ser. Daría la sensación que solamente vamos a catalogar la escala a la que puede llegar el nivel o posibilidad de creación del hombre. Evidentemente si el hombre pudiera llegar a crear esas montañas, sí que se considerarían obras de arte. Lo que apoyaría la tesis de los que definen el arte como: "la forma de hacer algo de manera artificial y cuyo resultado sea de lo más natural".

La **pirámide de Keops** reúne los condicionantes descritos con anterioridad: es una construcción del hombre con una importante aportación estética; la utilización de la técnica y los materiales serían los más adecuados, rebasando con mucho las posibilidades técnicas que se podían considerar naturales o normales para la época; y sobre todo, con ello, expresan de una forma muy particular la idea y pensamiento que la cultura egipcia tenía, respecto a la relación del mundo material con el espiritual.

La **silla**, en general, reúne ciertos condicionantes: en primer lugar está construida por el hombre; además aporta una estética, en cuanto a la forma, interesante; aunque a fuerza de verla nos parezca de lo más vulgar; también cumple una función que se adapta perfectamente a una idea, como es la de ayudar al hombre a mantener una postura cómoda y de descanso, al mismo tiempo que utiliza los materiales más adecuados y resistentes al peso de cualquier cuerpo humano. Pero estamos hablando de la silla, en general, al igual que podríamos haber hablado antes, en lugar de la pirámide de Keops; de la pirámide en general, como una simple construcción geométrica. Si hablamos de la silla de Marcel Breuer, la consideración es distinta, ya que no solamente está creada para cumplir una función puramente práctica sino que va a traspasar esa simple función para aportar algo más, como la idea de adaptación de nuevas formas y materiales de acuerdo a la nueva

filosofía de su tiempo, donde la idea de inclusión del arte en todos los órdenes cotidianos sería la base de creación de una nueva estética. Sería la estética del diseño. Empezaría la era del diseño.

La **máquina** por su parte tendría otras consideraciones, debido a su estructura mucho más compleja de lo que podría representar una silla, la cual solo debía cumplir una función principal en cuanto a conseguir una estructura con la forma más adecuada y suficientemente resistente para aguantar el peso de un hombre. En cambio, en el caso de la máquina, la estructura se debía adaptar a una labor o producción determinada, quedando siempre su forma, su estructura y la composición de mecanismos, totalmente supeditada a esa labor o producción; consecuencia directa de la multitud de formas con que se nos presentan ante nuestros ojos. En un principio, bajo una idea totalmente funcional y de adaptación a la labor o producción determinada. Más tarde con la idea estética y su adaptación al entorno social y urbano. En otro orden, los planteamientos expresivos, todavía quedarían muy lejos.

La máquina, ante todo, surgiría con un principal objetivo: ayudar a descargar al hombre de las pesadas labores, con que se va encontrando, en el desarrollo de su trabajo. El hombre, por su parte intentaría adaptar la mecánica a dichas labores; con el desarrollo y creación de la máquina en todo momento más adecuada, lo cual, no le resultaría nada fácil, entrando en el “camino sin final”; donde cada logro es un eslabón que da paso a otra necesidad y a la vez, otra búsqueda de solución.

Evidentemente, cuando el hombre se siente en la necesidad de crear algo que le ayude a hacerle más fácil el desarrollo de su vida cotidiana, o simplemente para encontrarse más en contacto con sus creencias espirituales, y se decide a mostrar su creatividad; el primer producto consecuente, seguramente no será el más adecuado, y solo, responderá a una idea, que pondrá la primera base, sobre la cual, deberá seguir trabajando hasta un estado tal, en que, el producto conseguido, se considere el más adecuado. Lo

que ocurre es que cada persona, y es algo, por lo cual, seguramente más nos diferenciamos con el resto de los seres vivientes, es, el ansia de imponer nuestros propios criterios; de la utilización individual de nuestros propios medios; y nuestra particular aportación para conseguir algo diferente al resto, y que nos lleve al resultado perfecto; de ahí la continua superación y las múltiples respuestas a los mismos planteamientos.

Toda esta búsqueda de la perfección, implica caminos y recorridos distintos en el desarrollo de cada labor, actividad, disciplina o creación de cualquier tipo. Todas las respuestas pueden ser válidas hasta que otras mejoran los resultados anteriores. Los caminos recorridos hasta la respuesta a un problema **material** siempre son más **cortos** a aquellos donde interviene lo no entendible y que se considera **sobrenatural**. Poniendo de antemano la idea a la que ya hicimos referencia con anterioridad sobre la amplia frontera que une o separa, según el tiempo recorrido a los dos términos (entendible y no entendible); podemos, en este sentido, poner un ejemplo de la misma silla o máquina, que se crean para desarrollar una función material; y por otra parte: las pinturas, grabados, ornamentaciones, etc, realizadas, sobre todo, para fines espirituales.

La primera idea de **silla**, como ejemplo, sería seguramente una simple piedra; que después, situada junto a otra mayor o a un árbol, nos ofrecería una posición para nuestro cuerpo, similar a la que encontramos en todas nuestras sillas actuales. Después de la piedra sería un tronco, del cual derivaría la silla de madera con respaldo y posteriormente apoyabrazos. Como vemos, la silla sigue cumpliendo la misma función y conservando, en líneas generales la misma forma, por lo cual el recorrido de este producto diríamos que ha sido muy corto en cuanto a que desde muy temprano se le dio la respuesta que hasta ahora consideramos correcta, por lo menos, hasta los momentos en que se empiecen a plantear la posibilidad de encontrar otra solución donde el cuerpo

se encuentre más descansado y por lo menos con las mismas facilidades de maniobra que con cualquier silla.

En el otro apartado, la idea de **ornamentación** de los utensilios que utiliza el hombre; la construcción de templos para sus dioses; la realización de figuras; las pinturas sobre las paredes que le cobijan; en general de lo que en un primer momento se podría considerar arte, nos ofrecería un recorrido mucho más amplio; se diría que inacabable. Habríamos descrito dos tipos de caminos o vertientes que se corresponderían a su vez con las ya referidas culturas, representativas a lo largo de la vida del hombre: la cultura material y la cultura espiritual; lo que de alguna manera siempre tiende a establecer diferencias entre la materia y el espíritu, la ciencia y el arte, etc. Tan solamente si incluimos estas ideas que traspasan lo puramente material en toda la actividad, objetos y enseres que rodean al hombre, habremos conseguido que el arte forme parte de toda la cultura del hombre; tanto material como espiritual. ¿Porqué no buscar otra repuesta a cualquier objeto y no solamente la funcional?, ¿Porqué no además darle una respuesta que estimule el espíritu de la persona?, ¿Porqué no la búsqueda de una cultura general?.

Imaginamos que son las ideas que llevaron a gente como Henry van de Velde a la creación de tendencias como la **Bauhaus** y los distintos movimientos que llegaron a revolucionar el mundo del arte en nuestro siglo. Las mismas ideas que pueden hacer convertir cualquier objeto (una silla, una máquina, etc.), también en obras de arte.

Para llegar a este punto, ya hemos dicho que las respuestas que deberían dar dichos objetos, tendrían que traspasar la mera respuesta funcional, incluso a veces desecharla; aunque este punto podría ser muy discutido. Entraríamos un poco dentro de lo que se considera la estética industrial y del dilema de la aplicación o implicación del arte con la máquina, de lo cual podemos hablar también con posterioridad.

Mientras tanto, y volviendo al ejemplo de la silla, diríamos que no tardó mucho en convertirse en elemento creativo en base a su simplicidad y cotidianidad. La máquina sería diferente; envuelta en su carcasa, podría tener la misma consideración que cualquier otro elemento de mobiliario, y así es como se la consideró dentro del mundo del diseño. La parte interna, en cambio formaba parte de otro mundo; del mundo de la funcionalidad, que en una silla podría representar el simple hecho de conseguir la suficiente resistencia al peso y la estabilidad; en el caso de la máquina, esta funcionalidad se complicaba en base a todo un mundo de mecanismos entrelazados que mediante la utilización y el control del movimiento desarrollarían una función para la cual se habían creado y al cual, solo tendrían acceso los técnicos y los ingenieros. Pero si dijimos, que el arte debía estar por encima de todo; ser ajeno y al mismo tiempo implicarse en cualquier actividad, manifestación o disciplina, ¿Porqué no implicarse también en el mundo de la máquina, y no solamente en su parte externa sino también en su propio funcionamiento interno?, ¿Porqué no convertir en protagonista el propio ritmo de funcionamiento de un martinete, o el equilibrio entre dos pesos que mueve una ráfaga de viento, o el ir y venir del péndulo de un reloj?; en definitiva a las fuerzas que controlan el movimiento. El arte tendría que dar una respuesta a estos planteamientos, y la utilización de la mecánica, en este caso, serviría también, para dar una respuesta diferente a la de la propia funcionalidad de la producción. La máquina se convertiría así, en base de experimentación con la única y exclusiva función de servir como medio de expresión artística para ofrecer el tipo de respuesta que estamos buscando, donde el **movimiento** sería el elemento de referencia que va a definir una parte importante de lo que se podría considerar como arte cinético. Lo que ocurre es que antes de llegar a este punto definitivo de encuentro entre la mecánica y el arte, la máquina como pieza clave de representación y expresión de este movimiento tendría que recorrer todavía un largo camino

en solitario, encontrándose muy raramente con el arte, a lo largo de su historia.

### 3.1.2 Mecánica-Arte

En líneas generales, podemos establecer algunas diferencias importantes en cuanto al modo de entender la máquina, su función social, y también la implicación de cada uno de los componentes de este termino: "Mecánica-Arte" que vamos a definir en este trabajo:

- La máquina como resultado, aplicación o justificación del estudio de las leyes físicas, en su apartado de mecánica, que se dedica al estudio de las fuerzas y los cuerpos en su estado de equilibrio o movimiento.
- La máquina como elemento o artilugio mecánico mediante el cual el hombre va a conseguir desarrollar una labor de producción, utilizando una energía ajena o la mínima propia.
- La máquina como objeto o mobiliario estético además de su función práctica, en base a la ornamentación de su carcasa externa.
- La máquina como elemento artístico. Con una función puramente expresiva.

Posiblemente, aunque parezca extraño, estos cuatro apartados han estado siempre presente en la vida social del hombre, aunque eso si, en muy distinta proporción a lo largo de la historia, y coincidiendo un poco cuantitativamente a lo largo de la misma:

- El **primer** planteamiento se hace evidente, sobre todo, en la época de nuestra "cultura clásica", donde interesaba cualquier tipo de estudio que diese respuesta a todos aquellos fenómenos de la naturaleza que se producían a su alrededor; aunque insistiendo, sobre todo, en su forma teórica.

- Los **dos** siguientes planteamientos van a ocupar prácticamente todo el recorrido histórico desde que surge la máquina hasta nuestros días.

- El **cuarto** solamente en este nuestro siglo dentro de las vanguardias, donde el **maquinismo** se convierte en término dominante de una sociedad industrializada y mecanizada, la cual no puede pasar desapercibida al mundo del arte.

El tercer término puede resultar un tanto ambiguo, en cuanto, a si se puede considerar elemento artístico a esas máquinas ornamentadas exteriormente de forma totalmente superflua y sometidas a la forma y función práctica, para la cual se creó todo su sistema mecánico y de funcionamiento.

Evidentemente, esta consideración no puede ser general, ya que depende sobre todo de la parte que le corresponde al profesional que desarrolla y lleva a cabo esa labor de adaptación o representación exterior.

Se puede decir que encontraríamos distintos ejemplos a lo largo del tiempo en cuanto a estas ornamentaciones o decoración de las máquinas al igual que cualquier tipo de objeto de uso, posiblemente unas de las primeras sean aquellas prensas con formas arquitectónicas que aparecen representadas en algunos murales de Pompeya, al igual que aquellas pequeñas máquinas de usos personales como los relojes que además de cumplir su función de indicar cada porción de tiempo, cumplirían la función de distinción social como de cualquier otra joya u objeto de poder se tratara. Al final, a medida que se van incorporando a la vida cotidiana todo tipo de máquinas para desarrollar todo tipo de labores de hogar, el diseño exterior de estas máquinas sería definitivo para el impulso comercial de cualquier firma que pone a la venta el producto. Entrando ya, no solamente el hecho de decorar una máquina con el fin de resultar más atractiva para captar la atención y el beneplácito del público, sino, el hecho de las modas que van imponiendo las mismas casas comerciales y que crean esas sensaciones de aceptación o rechazo en cuanto a la estética de un tiempo determinado. Evidentemente ya no estaríamos hablando de arte, ya que el arte estaría por encima de cualquier consideración en cualquier espacio de tiempo, otra cosa

es que se llegue a apreciar o aceptar en su preciso momento. La historia está llena de artistas incomprendidos y anónimos de su tiempo.

Pero volviendo al enunciado de este apartado en sus dos términos Mecánica-Arte, intentaremos ofrecer una respuesta a cada una de las vertientes en que se implica la máquina y sobre todo en su encuentro con el mundo del arte, y en apartados puntuales a lo largo de nuestra historia.

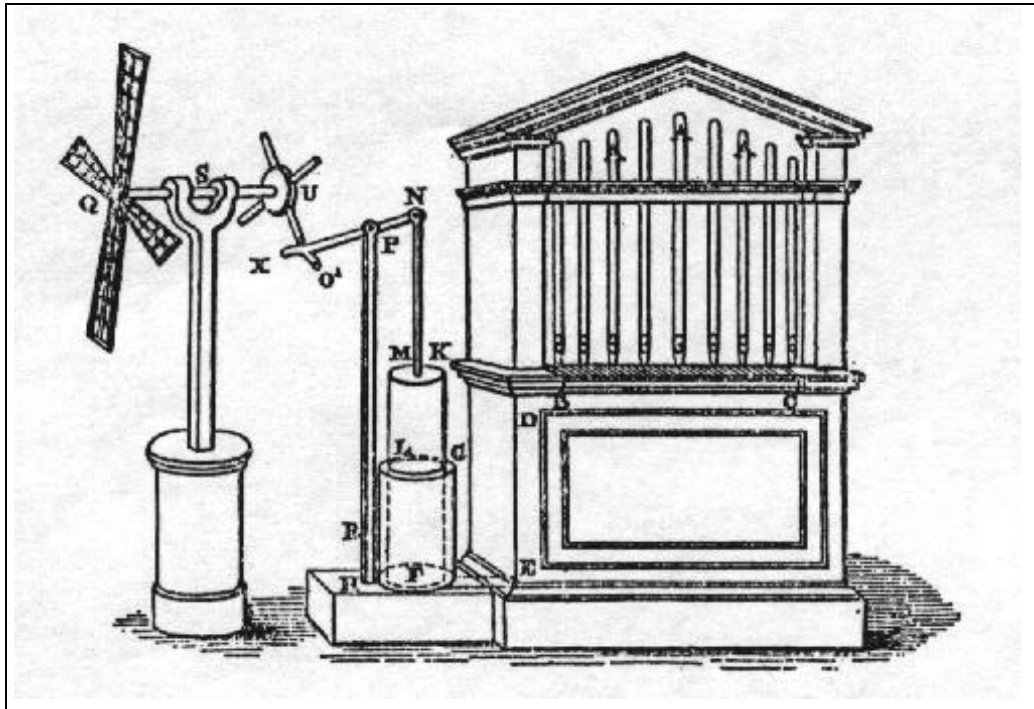
Generalizando, podemos hacer otros tantos tipos de consideraciones respecto a la máquina y su desarrollo en sus correspondientes vertientes y que van a estar presentes en mayor o menor medida en esas etapas puntuales mencionadas con anterioridad, como:

- **La Época Clásica**
- **La Edad Media**
- **El Renacimiento**
- **La Revolución Industrial**

En todas ellas encontraremos, aunque en distinta proporción, similar contenido:

- La máquina y su relación con el fenómeno físico.
- La máquina y su relación con el mundo de la producción:
  - Función práctica
  - Función estética
- La máquina y su relación con el mundo del arte.





*Órgano griego de altar (según Herón). El viento que actúa sobre el molino provoca que la bomba, al mismo tiempo, insufla el aire necesario al órgano.*

### 3.1.2.1 Época Clásica

Se puede decir que el desarrollo de la máquina en la Época Clásica, considerando ya toda la época de dominio de Grecia y Roma, fue prácticamente nulo si lo comparamos con las demás disciplinas del saber que entendemos por cultura clásica, y muy limitado, por una parte, precisamente por la forma de pensar de los mismos hombres sabios o filósofos que estudiaron y desarrollaron toda esa cultura, y por otra, debido a la misma estructura social donde el esclavo representaba de forma natural el estrato o clase obligada al servicio y la producción.

En general, el hombre de ciencia despreciaba todo aquello relacionado con la práctica y el trabajo manual considerándolo

indigno del hombre de pensamiento. Tanto Platón como Aristóteles dan muestras de esa repulsa a lo largo de toda su vida. Para ellos la ciencia aplicada era algo que debía reservarse a la gran masa de esclavos y artesanos que tenían que limitarse a producir lo encomendado. Afortunadamente surgieron otros que pensaban de forma diferente, como el arquitecto romano Vitruvio (s. I a. C.), para él: **<< sólo aquellos que han llegado a dominar la teoría y la práctica están completamente equipados para realizar su tarea con honor >>.**

Sin duda estaría más cerca de nuestros pensamientos donde el hombre de ciencia no sería tal, sin los correspondientes resultados teórico-prácticos, producto de la investigación.

En esa línea, estarían también Arquímedes, citado con anterioridad o Ctesibio y Herón aunque habría que establecer diferencias del primero con respecto a los otros dos por la forma de enfrentarse a las materias y sus resultados prácticos, mientras el primero establece postulados teóricos, eso sí, en base a supuestos experimentos prácticos. Los otros dos intentan trasladar esos conocimientos al desarrollo de las máquinas; que se quedaron desgraciadamente en artilugios de ornamentación y exhibición, casi exclusivamente.

Otro apartado serían los trabajos sobre relojes de agua que construyeron Filón y Ctesibio, y que realizaban utilizando vasijas y pasos calibrados por los cuales circulaba una corriente estable de agua.

A pesar de todo, realmente, estas dos culturas clásicas aportaron muy poco al mundo de la mecánica y la ingeniería, salvo en lo referente al plano militar, donde sí diseñaron diferentes artilugios para vencer y someter a sus enemigos los cuales desde su posición de esclavos aportarían la energía suficiente para el desarrollo de todos los trabajos manuales necesarios, así pues sería lógico el no pararse a pensar en ahorros de esfuerzo y energía, que aportaban de forma gratuita toda esta masa de esclavos. Por otra parte, la producción de los artesanos

parece que resultaba suficiente para no intentar superarse mediante ningún sistema mecanizado. Sabemos que apenas utilizaban el sistema de rotación y que desconocían el sistema de biela-manivela, indispensable para la conversión del movimiento de rotación en rectilíneo o viceversa. No disponían de molinos de viento hasta que tomaron la idea de los persas. Empezaron a utilizar muy tarde la rueda hidráulica, también importada de Oriente, las cuales tuvieron que adaptar a su propio medio, pues tanto los ríos griegos como los romanos no llevaban caudal suficiente durante todo el año para un regular rendimiento, así pues las norias tendrían que ser accionadas por medio de hombres o animales, animales que en el caso de burros o caballos tampoco se les sacaba el rendimiento apropiado por carecer del enjaezamiento adecuado: no se les ponía herraduras, desconocían la collera o los anteojos y utilizaban un sistema de riendas totalmente inadecuado, que tendía a estrangular al animal cuando se hacía uso de él, ni siquiera un sistema de aparejo para utilizarlos en grupos o reatas, incluso desconocían la espuela y el estribo a pesar de ser buenos jinetes.

ya en otros órdenes, por poner algún ejemplo, no conocían los sistemas de destilación, ni el arado de vertedera, el hierro colado o el torno de hilar, etc.

Tampoco sorprende de que a pesar de ser, los griegos, un gran imperio marítimo y grandes navegantes, desconocieran el sistema de navegación a vela, la cual solamente utilizaban para ayudarse cuando el viento les soplab a favor, ya que la energía que utilizaban era la de los remos; idea que aplicaron también los romanos en sus famosas galeras. El hecho de desconocer estos sistemas de navegación y el temor a encontrarse con vientos traicioneros, al igual que el suministro de pertrechos necesarios para la tripulación, obligaba a estas naves a realizar sus viajes casi siempre pegados a la costa. Viajes, y no cercanos, que servirían para exportar los productos en que basaron una parte importante

de su economía, como sería la industria del aceite y el vino que cambiarían por grano.

### 3.1.2.1.1 **Maquinaria industrial**

Es en esta industria del aceite y el vino donde sí desarrollarían unos sistemas mecánicos adecuados los cuales, aun, nos podemos encontrar algunos ejemplos en la economía familiar, y hasta no hace mucho tiempo, bien entrados en este siglo, en economías de más alta producción; nos referimos a los sistemas de **prensa** de husillo o tornillo sin fin.

La idea general de la extracción del **aceite** y del **vino**, es prácticamente igual en su proceso, esto es, exprimir los frutos correspondientes, en este caso, la aceituna y la uva, hasta la máxima extracción del jugo, el cual representaría los preciados líquidos. Ambos procesos solo se diferencian en su primera fase, consistente en la trituración de la aceituna o la uva, de una u otra forma por su distinta complejión. Mientras, que la uva se puede triturar simplemente pisándola, en cambio la aceituna necesita utilizar algún otro elemento o sistema capaz de aplastar su dura zona carnosa, para ello se utilizaban molinos similares a los que servían para moler grano o bien una especie de molinos verticales llamados "trapetum", de los cuales se han encontrado numerosos ejemplares.

Una vez triturado el fruto, se distribuía en diferentes capas separadas por tablas, las cuales se sometían al prensado, para la extracción de la parte líquida, que sería el aceite o el vino en cada caso. Se utilizaron diferentes modelos de estas prensas, que evolucionan con el paso del tiempo, dando muestra del interés de los griegos por la mecánica aplicada, en este campo de la producción donde la mayor o menor aportación de mano de obra por parte de los esclavos no era decisiva, viéndose obligados así a desarrollar el ingenio mecánico. Los primeros modelos de máquinas para prensar, consistían básicamente en un balancín que

cargado de piedras comprimía la pila de capas de fruto y tablas. Más tarde, se consigue una mejor prensa, utilizando dos soportes verticales que sirven de tope a una gran y pesada viga horizontal, apoyada sobre la pila de capas alternas de fruto y tablas, consiguiendo más presión con la introducción de cuñas. Este sistema serviría de principio mecánico con la inclusión del tornillo, en lugar de la cuña, para ejercer la presión necesaria, y al mismo tiempo poner las bases del sistema de prensa de tornillo tradicional, que podemos encontrar con ligeras modificaciones y en todos tipos de tamaños que se adaptan a los diferentes trabajos en cualquier taller o actividad donde se necesite ejercer de forma permanente una presión durante un tiempo determinado. La clásica olla a presión de cualquier hogar o la prensa para imprimir o encuadernar de cualquier imprenta, son ejemplos comunes representativos de este tipo de prensa. Algunas de ellas, por su trabajo específico incluyen dos tornillos en lugar del clásico central con el fin de mejorar el funcionamiento, manteniendo una presión similar y controlable, en todo momento. Un ejemplo de la época lo encontramos en una de las pinturas murales descubiertas en **Pompeya** que representa una prensa de abatanar de doble tornillo. O bien en la actualidad, el sistema de variación de presión de los **tórculos** que se utilizan normalmente para el grabado.

Pero volviendo a las prensas utilizadas para la extracción del vino y el aceite y analizando la evolución de sus sistemas, nos encontramos al final, con otro nuevo modelo que vendría a ser un compendio o evolución de las otras tres, descritas con anterioridad, como son las prensas de **husillo**. Nos podemos hacer una idea del buen resultado en cuanto al trabajo de este tipo de prensas, si pensamos que a pesar del paso del tiempo y el consiguiente avance tecnológico, se han venido utilizando hasta bien entrado nuestro siglo.

El sistema en sí, utiliza los distintos principios mecánicos de los otros tres anteriores. Para ello incluye una pesada viga a modo de balancín sujeta por uno de sus extremos, y un gran tornillo

situado sobre el otro. Del tornillo, que rosca sobre ese extremo de la viga, pende una gran piedra, que proporciona la potencia suficiente para comprimir la pila de capas de fruto y tablas que se sitúan por debajo de la viga, en una zona intermedia. De esta forma combina el mecanismo de palanca con el del tornillo, utilizando también la cuña para variar el punto de apoyo de la propia palanca, que en este caso es de segundo género. Ejemplos de estos modelos de prensa los podemos encontrar en la actualidad en las diferentes zonas productoras de España, y aunque ya en desuso muchos continúan en sus lugares habituales de trabajo. Podemos citar los llamados "**molinos de viga**" de la zona aceitunera de Castilla la Mancha, utilizados para la extracción del aceite; o el llamado "**lagar canario**", para la extracción del vino, en las zonas vitivinícolas de las islas Canarias. Tanto uno como el otro mantienen los mismos principios mecánicos descritos con anterioridad, existiendo únicamente variaciones en el tamaño o de adecuación al lugar donde fueran ubicados, tanto en exteriores como los lagares en Canarias a los cuales, no obstante, se les cubría con un tejado sobre la parte donde se exprimía el fruto. Como en interiores, en cuanto a los dedicados a la extracción del aceite en las zonas aceituneras de la España peninsular, que lógicamente habría que resguardar de las inclemencias del tiempo, al ser en pleno invierno la recogida de las aceitunas, y el posterior trabajo de extracción del aceite.

Tanto el vino como el aceite de oliva, jugaron un papel importante en la economía de esta Grecia antigua llegando a ser sus principales productos de exportación. Y todo ello gracias en parte a estos sistemas mecánicos de producción, que nos vienen a ratificar en la idea de que cuando estas culturas clásicas tuvieron la necesidad de conseguir cualquier logro por medios técnicos, los utilizaron sin ningún tipo de problema, a pesar del claro distanciamiento que promulgaban los hombres sabios de esta época, sobre la separación de la ciencia y la técnica, la teoría y la práctica. Lo cierto es que cuando necesitaron utilizar cualquier

ingenio mecánico y profundizar en su estudio para mejorar el rendimiento, no lo dudaron en absoluto y solo tenemos que comprobarlo a la hora de ver los artilugios mecánicos que utilizaron en los campos de batalla.

### 3.1.2.1.2 Máquinas de guerra

Ya anteriormente habíamos hablado de esa extraña necesidad que tiene el hombre, de dominio sobre todo lo que le rodea. Para ello utiliza todos los medios que tiene a su alcance, tanto materiales como de conocimiento. Hablábamos de la forma como evoluciona y va trabajando y adaptando los diferentes materiales que encuentra a su alrededor, como piedras, cueros, maderas, metales, y les va dando forma hasta conseguir los útiles y herramientas necesarios para mejorar su forma de vida, ayudándole en las distintas tareas cotidianas. De como empieza a conocer y utilizar los primeros principios mecánicos, la palanca, la cuña o el plano inclinado. Como empieza a descubrir la elasticidad de los materiales y la utilización de su fuerza contenida, cuando los dobla venciendo su resistencia, para volver a recuperar su estado inicial un vez sueltos. Como va transformando estos principios, en artefactos proyectores o lanzadores (arpones, arcos y flechas, etc.), que le ayudarían a dar caza a animales más rápidos y potentes, que no podría haber abatido con sus propias manos u otros instrumentos simples como cuchillos o piedras arrojadas. Como utilizaría esas armas también contra otros hombres, apareciendo el germen de las primeras y auténticas guerras donde este nuevo armamento sí que es capaz de establecer diferencias entre el grupo que las posee y su rival provocándoles la muerte y mutilación de forma masiva. Así pues, como vemos, parece ya de antiguo, desgraciadamente, que la necesidad de dominio sobre otras personas u otros pueblos sea casi siempre uno de los mayores motivos para el impulso e investigación sobre nuevas tecnologías.

Se puede decir que estas auténticas guerras entre grupos o poblados, se produjeron ya, de forma apreciable en el Neolítico, encontrándose numerosos vestigios de muertes violentas, sobre todo cuando se realizaban asedios y cercos a las aldeas, que por otra parte también intentaban resistir utilizando las murallas como el elemento base de defensa.

Se puede decir que en este campo, del asedio y de la guerra fue donde se pusieron en práctica y sin ningún tipo de escrúpulos todos los inventos mecánicos necesarios para vencer, matar y doblegar al enemigo. Aquí sí, los griegos y romanos pusieron todo su ingenio y su ciencia al servicio de la técnica. De la teoría se pasó a la práctica. Incluso Arquímedes, parece que participó de forma importante en este campo, durante el asedio de la flota romana a la ciudad de Siracusa, haciendo construir múltiples artilugios mecánicos de defensa, como **catapultas** y grandes **ballestas** que lanzaban piedras y flechas, así como una especie de garfios que se enganchaban en las naves para arrastrarlas después por medio de unas grúas enormes hasta hacerlas chocar contra las rocas de la costa. Pero quizás lo más espectacular sea la utilización de la energía solar, la cual, por medio de gigantescos espejos de bronce pulido, era dirigida y concentrada sobre el resto de los barcos que formaban la flota, hasta llegar a incendiarlos.

De la misma forma que idearon todo este tipo de armamento para defenderse de ataques enemigos, también desarrollaron los elementos bélicos necesarios para convertirse a su vez en atacantes o asediadores, para ello utilizaron dos sistemas complementarios: por una parte lo que se podía considerar como elementos de artillería o máquinas de guerra **lanzadoras** de diferentes tipos de proyectiles, bien contra las murallas o bien por encima de ellas, de las cuales se podrían destacar algunas como: las balistas, los onagros, los escorpiones, etc. Y por otra parte los **medios de asalto** o ingeniería, dedicados a perforar o abatir las fortificaciones, como: las torres de asalto, los arietes, las rampas o las minas.



Todo ello supone un gran avance en el mundo de la mecánica y la ingeniería que desgraciadamente, en principio, solo serviría para causar muerte y destrucción, haciéndonos pensar en los avances que se podrían haber conseguido si todo este conocimiento técnico se hubiera puesto a las órdenes de los sistemas de producción de la vida civil; de todas formas, aún en estos casos tampoco se puso en práctica ningún tipo de mecanismo que pudiera llegar a suplir la fuerza motriz que proporcionaban los mismos hombres o los animales.

De todas estas máquinas, que estaban fabricadas casi exclusivamente de madera, y de las cuales tenemos conocimiento por los distintos y completos tratados que se han conservado hasta nuestros días, debemos destacar dos tipos de máquinas básicas, sobre las cuales se hicieron multitud de variaciones y a las que se dio diferentes nombres, pero insistimos que estaban todas ellas basadas en la ballesta y la catapulta. La **ballesta** se trataba en realidad de un arco de grandes dimensiones, generalmente compuesto por dos brazos y un mecanismo de elasticidad, capaz de impulsar cualquier tipo de flecha o lanza. Normalmente este sistema de impulsión lo proporcionaban unos haces de cuerda de tripa o tendones, que se enrollaban consiguiendo la resistencia y tensión suficiente para el impulso del proyectil. Las **catapultas** a pesar de ser un sistema distinto, también estaban basadas en los mismos principios de torsión y elasticidad. En este caso, se trataba de un brazo a modo de la clásica cuchara, que mediante un sistema de flexión y una brusca liberación, impulsaba la piedra o cualquier otro tipo de bala, a veces incendiaria, que se pusiera en la cazoleta. Este sistema que en un principio consistía en flexionar o arquear el brazo para liberarlo después, derivó en la llamada catapulta de torsión, que fue posiblemente el primer arma considerada de gran alcance, capaz de lanzar todo tipo de proyectiles pesados, con una considerable precisión y efectividad. El invento se atribuye a **Ctesibio**, ingeniero de Alejandría de la época de Tolomeo II; y consistía en un armazón de madera y el

consabido brazo con forma de cuchara que se fijaba por medio de un gran haz de cuerdas retorcido a modo de torniquete, que ya en su posición de reposo y apoyado sobre la zona amortiguadora, mantenía una gran tensión. Todavía aumentaba más esta tensión cuando por medio de un torno se situaba el brazo en posición de carga, sujetándolo con un pestillo metálico, que a la vez ejercía de gatillo disparador, cuando se liberaba.

Aún se llegaron a sofisticar más estas máquinas cuando **Dionisio** de Alejandría ideó una máquina de repetición con una especie de cadena que la iba cargando automáticamente con nuevos proyectiles. Y el propio Ctesibio intentó, aunque sin éxito ejercer la propulsión por medio de la presión producida al calentar aire en recipientes cerrados. O **Filón** de Bizancio intentando utilizar resortes metálicos para substituir las cuerdas de tripa o tendones que por ser de materia orgánica tendían a estropearse de forma un tanto rápida a la intemperie. Nos podemos hacer una idea del grado de estudio, sobre estas máquinas, al que llegaron estos hombres de ciencia al revisar el tratado "Belopoiika", de Filón, sobre las catapultas, no ya solamente estudiando nuevas formas o materiales, sino la aplicación de las matemáticas y la geometría al producirse el disparo del proyectil, enunciando fórmulas que contenían las distintas relaciones entre la fuerza de la máquina y el proyectil utilizado así como la relación del calibre, la forma y el peso del mismo.

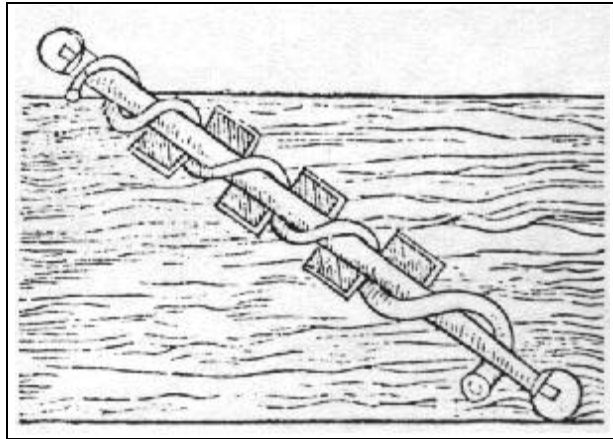
Los que realmente aportaron poco al estudio de estas máquinas, fueron los romanos, que no quiere decir que no estuvieran interesados en su utilización, sino que se dieron por satisfechos con la efectividad que les proporcionaba las legadas por los griegos, salvo en la inclusión de ruedas y tiros de caballos para facilitar el transporte, en los llamados "carroballistae", los cuales se pueden ver representados en algunos monumentos romanos.

### 3.1.2.1.3 **Tecnología romana**

Los romanos que eran eminentemente prácticos apenas aportaron nada en el plano del conocimiento científico, se limitaron a recopilar estudios de otras culturas sobre todo la griega, y fueron asimilando todo el saber tanto artístico como tecnológico para incorporarlo a su propia cultura y desarrollo de su forma de vida. Pero donde sí destacaron realmente fue en el plano de la ingeniería, con construcciones que aún hoy podemos admirar, como calzadas, puentes, presas o acueductos, que desgraciadamente, otra vez tenemos que decir estarían al servicio de la guerra y para la dominación de otros pueblos, a los que colonizaban aprovechándose al máximo de todos los recursos con que contaban estas tierras conquistadas, entre ellos de forma importante la minería, en la explotación de cobre, hierro, oro, plata y estaño entre otros. De todos estos yacimientos explotados, tenemos numerosos ejemplos sobre todo en el sur y noroeste de España y que a la vez nos sirven ahora a nosotros de yacimientos arqueológicos para entender la tecnología aplicada en ese tipo de trabajos. En realidad, el sistema que se aplica en ese tipo de trabajos como en el resto de obras de ingeniería, era la de trabajar con el máximo de recursos con que disponían, esto es, la mano de obra que proporcionaban los hombres y animales, capaces de suministrar la fuerza motriz suficiente, sin tener la necesidad de recurrir a otros planteamientos, bien de tipo mecánico, que pudieran significar ahorro de fuerzas y energías, que en esos momentos proporcionaba, de forma natural y gratuita el sistema de esclavitud establecido. Tan solo utilizaban alguno de los sistemas mecánicos conocidos, cuando seguramente no tendrían más remedio, por las propias dificultades del trabajo y donde el número de trabajadores obligaría a ser limitado, posiblemente por lo reducido del espacio donde se desarrollase la labor, sería lógico pensar que en muchos de estos túneles o pozos de la mina que en ocasiones se inundaban y habría que desaguar de forma rápida.

Para ello sí que recurrieron a la mecánica, utilizando el sistema de bombeo ideado por Ctesibio, como lo demuestran las bombas encontradas en algunas de estas minas y que se pueden apreciar hoy en los museos. Son bombas de bronce similares a las que se utilizaban también para el riego, e incluso similares a los modelos manuales utilizados muy recientemente por nuestros bomberos, accionadas generalmente por dos personas. Estas bombas diferían totalmente de la famosa atribuida a Arquímedes, consistente en un **tornillo sin fin** ajustado interiormente a un cilindro hueco, que introducido en el agua por uno de sus extremos con una determinada inclinación, al hacer girar el tornillo por medio de una manivela, el agua se iba elevando por el interior del cilindro y las cavidades que formaban las espiras del tornillo y las paredes del propio cilindro, hasta la boca de salida situada en el extremo elevado del mismo. La bomba de Ctesibio, en cambio utilizaba el sistema de **pistón**, aspirando y expulsando en cada manipulación, con la ventaja sobre la anterior descrita, al ser un tanto independiente al propio sistema de conducción del agua que elevaba, pudiéndose utilizar en zonas de más profundidad, adecuando tan solo la longitud de la tubería de salida. En caso del tornillo de Arquímedes, para conseguir la misma función, habría que hacerlo tan grande como la distancia o desnivel a salvar.

*Tornillo de Arquímedes  
según Jerónimo Cardan.  
“De subtilitate” 1556*



También en su expansión, encontraron los romanos los ríos con el caudal suficiente para la utilización de la **rueda hidráulica**, la cual se utilizaría como elemento motor de los nuevos molinos. Tecnológicamente, se habría dado un paso importante solo por el hecho de utilizar una fuente de energía diferente a la humana o animal. Evidentemente en ese momento no tendría tanta importancia, al disponer de mano de obra suficiente para mover cualquier tipo de mecanismo de molido, pero sí con posterioridad al servir como base para la adaptación de otros muchos mecanismos que surgirían en culturas posteriores. Desde la adaptación al martinete de forjado en plena Edad Media, a la más reciente utilización de la turbina, como variable de la primitiva rueda hidráulica, para la producción de energía eléctrica.

#### 3.1.2.1.4 **Máquina y ciencia**

Como hemos visto, después de hacer un breve repaso a algunos aspectos de la técnica y la mecánica de nuestra cultura clásica, podemos apreciar que no se dieron realmente las condiciones apropiadas para su desarrollo. Decíamos que dadas, por una parte, unas condiciones donde el hecho de existir una sociedad donde los esclavos formaban el gran estrato social

destinado a la producción. y por otra el planteamiento en la forma de pensar de los hombres sabios y el desprecio que éstos demostraban hacia todo lo que representase la actividad manual, maniataron todo aquello que podría significar cualquier desarrollo tecnológico, y que forzosamente debía surgir en unas condiciones favorables, como se ha visto en épocas posteriores a lo largo de toda la historia.

Hasta que, realmente, no se produjo la necesidad de ahorro de energía humana o animal, no se buscaron soluciones para utilizar cualquier otra que las pudiera suplir. Hasta que no surge la necesidad de abaratar costes en la fabricación de los productos, para competir en los mercados, no se produce la auténtica mecanización que podemos ver hoy en día. En definitiva, siempre nos encontramos con la necesidad del estímulo añadido que provoque un cambio de rumbo y termine en superación. Otra cosa es, si estamos o no de acuerdo en la necesidad de que se produzca esa superación y en la forma como se lleva a cabo por los individuos o grupos que controlan la sociedad. Si hacemos un esquema simple y a grandes rasgos del comportamiento humano, en general, todo parece basarse en el equilibrio y desequilibrio que se va produciendo a lo largo del tiempo en el conjunto de la sociedad y en el dominio de unos grupos sobre otros, ya no solo en cuanto al dominio económico o militar se refiere de unos pueblos o países sobre otros, sino a los dos grupos o tipología de individuos en que podemos clasificar, de forma genérica a la raza humana, en cuanto a la forma de afrontar diferentes situaciones, sin que ello tenga que ser una división unitemporal y estática en uno u otro individuo, sino cambiante en cuanto a la propia persona en un tiempo o actividad determinada: por una parte, el hombre, y de forma innata siente una constante ansia de **superación**; por otra, tiene una gran capacidad de **adaptación**. Una y otra facultad van a estar presentes en todo el comportamiento humano a la hora de enfrentarse con la realidad y dificultades de la vida. En la mayoría de las ocasiones esa gran

capacidad de adaptación hace que se vaya acomodando a las diferentes circunstancias que se presentan, produciéndose lo que podríamos llamar cierta **estanqueidad** evolutiva; estaríamos evidenciando la existencia de la parte conformista. Pero en otras ocasiones, cuando el hecho o la circunstancia se presenta de forma muy diferente a la considerada normal, el hombre, puede actuar a la vez de dos formas diferentes: se puede apartar, simplemente, del problema volviendo a la situación inmediatamente anterior para continuar por el camino, que sí le resulte conocido, evitando así cualquier dificultad y evidenciando otra vez su comportamiento conformista; o puede enfrentarse a ese nuevo problema intentando dar una solución. Si lo consigue, se habría dado otro paso en la **evolución**.

Estas dos formas de comportamiento del hombre ante una misma situación y las diferentes soluciones que puede aportar, estarán también sujetas a una serie de condicionamientos derivados de un determinado contexto. El lugar, la época, el medio, en definitiva la sociedad en que un individuo o grupo se desenvuelve, será determinante a la hora de su desarrollo en cualquier tipo de trabajo, tanto manual como de pensamiento. La mediatización que en este sentido, sobre la forma de actuar del hombre, llevaron a cabo los filósofos de nuestra cultura clásica, fue decisiva para el desarrollo o no, de las distintas actividades y disciplinas en que se ocupaban en esos momentos.

El hecho de que algunos "científicos" de Alejandría se dedicasen a distintos menesteres manuales, con la simple finalidad de encontrar un sentido práctico a sus estudios e investigaciones sobre las leyes físicas, e intentar al mismo tiempo sistematizar sus estudios de matemáticas y geometría para llevarlos también a la práctica, provocaría una ruptura importante con aquellos filósofos anteriores, anclados en la teoría. Pero no lo sería de forma decisiva, no, en cuanto a las soluciones teóricas, y sí en cuanto a su puesta en práctica.

Si nos paramos a pensar en la forma como afrontaban estos hombres esa situación intentando poner en práctica todos sus estudios y conocimientos para aplicarlos posteriormente en todos los órdenes de la vida; si pensamos en aquellos hombres del Renacimiento y su necesidad de dominio en todos los campos del saber; si analizamos ya en nuestro siglo a todos aquellos que fundan las escuelas de diseño, intentando universalizar el arte; nos damos cuenta que no están tan lejos, unos de otros, en el fondo y la forma de plantearse su actuación frente a lo que les rodea. Al fin y al cabo lo que todos ellos intentan, es: poner todos los medios posibles y profundizar en los misterios de lo desconocido para expresarse después, libremente, a través de sus conocimientos y experiencias.

Generalmente, todo creador, está sujeto al engranaje de esa sociedad, que tiende a arrastrarlo e integrarlo en su totalidad. Algunos, en algún momento y de mutuo acuerdo, terminan confundiendo con esa sociedad, adaptándose a ella y aportando sus conocimientos dentro de los límites marcados de antemano. Sería insistir otra vez en la forma más fácil de, cómo el hombre se enfrenta a cualquier situación. Ya hemos puesto antes un ejemplo de como algunos hombres del pensamiento griego se desenvuelven en el mundo de la tecnología, intentando aportar soluciones prácticas a los problemas que se plantean de forma cotidiana, como Ctesibio y Filón, en el plano de la guerra con sus aportaciones mecánicas en sus trabajos teórico-prácticos sobre máquinas de asedio y defensa, y también en sus trabajos civiles, aunque de menor importancia, sobre la hidráulica y la neumática.

Posiblemente todos estos trabajos fueran considerados más importantes y por supuesto más prácticos que la mayoría de los realizados por **Herón** de Alejandría, que fue un poco más allá en sus estudios sobre la mecánica, no solo ya en la resolución de problemas cotidianos, sino en planteamientos más complejos e interpretación de propuestas complicadas de científicos anteriores como algunas de Arquímedes. O bien de otro tipo de estudio



sobre la mecánica, al margen de todo lo que se podía considerar anteriormente como de actividad exclusivamente práctica y donde en este sentido no se le daría la mayor importancia, aunque sí nos imaginamos que provocaría cierta curiosidad. Nos referimos a sus trabajos sobre la **automoción** o móviles por sí mismos.

Realmente Herón, daría un paso cualitativo en cuanto al resto de los científicos alejandrinos, no, solo se integraría con sus trabajos en la sociedad de su época sino que intentaría dar soluciones para la cuales no encontraría una aplicación puramente práctica; sus razonamientos sobrepasarían los problemas cotidianos llegando, simplemente, a crear por crear. Todos sus estudios y realizaciones sobre **autómatas**, que sus coetáneos seguramente tan solo considerarían mecanismos curiosos; a nosotros y con el pensamiento de nuestra época nos deberían transmitir mensajes bastante más profundos. Nos podríamos preguntar si de alguna forma estaría aquí implícito el **arte**. )Porqué no?, si en términos generales podemos considerar arte a todo medio de expresión, que se lleve a cabo de una forma inédita y la elaboración técnicamente más correcta.

A este respecto, podríamos establecer también cierto paralelismo en cuanto a la visión de la mecánica y el arte de estas nuestras culturas clásicas, y a la diferencia en la consideración de esas obras y sus creadores; o entre los pensadores que las vieron hacer y los críticos de nuestra época. Evidentemente, las mismas pinturas y esculturas que realizaron Zeuxis, Fidias, Apeles, Policeto o Lisipo y que contemplaron aquellos filósofos de la época, seguramente provocarían sensaciones muy parecidas a las que nos pueden y de hecho nos producen a nosotros en la actualidad, sobre todo sensaciones de belleza y majestuosidad, en cuanto a lo representado, y perfección técnica en cuanto a su realización. Otra cosa es aquella consideración que estaría más allá de la simple contemplación de cualquiera de esas obras; consideración que nosotros podemos tener en cuenta desde la gran visión que nos puede ofrecer en la actualidad un recorrido a través de la

historia del arte y una vez aclarados conceptos básicos que nos servirían para llevar a cabo una más justa valoración. Nos referimos no ya solamente a la pura valoración estética y técnica, sino a la valoración conceptual. Para ello sería imprescindible conocer al hombre, al artista y sus planteamientos a la hora de enfrentarse a cualquiera de sus obras.

### 3.1.2.1.5 Arte. Papel del artista

Esto que es imprescindible para la valoración artística en la actualidad, donde el propio artista es la parte importante de cada una de sus obras, donde el espíritu prevalece sobre la materia. Es precisamente la gran diferencia de pensamiento en cuanto al arte del crítico en el pasado con el crítico en la actualidad. La propia situación del artista en esa sociedad que le considera un simple **trabajador manual**, marcará esa diferencia. De forma general, la cultura griega establece una diferencia entre la obra de arte y el artista que la elabora; se admira la obra y se desprecia al artista; la labor de éste es considerada simplemente como una labor mecánica, de hecho, en la época clásica tanto al pintor como al escultor se les llamaba "banausos", lo que en nuestra traducción significa **mecánico**. El término que nosotros podemos considerar hoy de creador, en ningún caso se relaciona con lo que pensaban de estos pintores o escultores, a los que solamente se les valoraba la obra como trabajo bien realizado, en base a los conocimientos adquiridos a través de un aprendizaje. El caso contrario sería el de poetas y músicos a quienes sí se les valoraría de forma diferente, situándolos en una extraña posición como un puente de relación entre los dioses y los hombres. Según **Platón**, dispondrían de una especie de don o "mania" mediante la cual intervendrían los dioses, dotándoles de la inspiración necesaria para la creación de sus obras y sin que fueran únicamente elaboradas por las reglas de la "techne". Mientras tanto, las "**artes visuales**" serían simples **imitaciones** (mimesis) de aquello que quieren representar.

Si el concepto del mundo de Platón acerca de las imágenes que le rodean, sería la representación de las ideas, como auténtica realidad, nos podemos imaginar el rechazo que experimentaría hacia estas artes visuales, y sobre todo a la pintura, que representaría a su vez la copia falseada de una imagen de la auténtica realidad y que consideraría como una imitación fantástica.

En este sentido del arte, **Aristóteles** cambia también respecto a las ideas de Platón, desecha la dualidad "idea-apariencia" para establecer la relación entre "materia y forma". En lugar de plantearse la creación de una imagen, por medios plásticos, como un reflejo desvirtuado de la realidad, plantea el hecho como el resultado de una nueva elaboración que provoca una **nueva realidad**.

En cualquier caso, estos cambios de pensamientos del arte en general no afectarían para nada al concepto de artista que seguiría siendo considerado como un simple trabajador manual.

Realmente hasta la época Helenística no se cambia la forma de ver al artista, será como consecuencia de distintos planteamientos de los filósofos a la hora de dar la explicación de si era o no correcta la representación que esos trabajadores plásticos realizaban sobre los dioses. Algunos filósofos estoicos como **Crisipo** (s. III a. C.) se manifiestan en contra de representar a los dioses con forma humana, por lo cual se empiezan a plantear, ¿Cuál sería la representación más correcta?, y por otra parte, ¿Porqué motivo los artistas les han representado así?, ¿Cómo es posible que pudieran retratar a los dioses?, ¿Cómo llegaban esas imágenes divinas a sus mentes para después plasmarlas por medio de sus manos y su técnica?.

En este caso ya no se trataba de hacer una **imitación** y representación plástica de algo que se veía, sino de imágenes que no eran visibles a los ojos de las personas y sí de las mentes de estos hombres, lo cual denotaba cierta sensibilidad distinta a la de

otros trabajadores manuales; dispondrían una cierta **imaginación** o creatividad, que llamaríamos hoy en día.

Durante los tres primeros siglos después de Cristo, es cuando los pensadores ya no sólo se paran a valorar la obra como un mero resultado técnico o estético, sino que intentan entender todo el proceso de realización desde que en la mente del artista se empieza a fraguar una idea hasta que la plasma con sus manos convirtiéndola en materia visible para el resto de las personas.

Es sin duda **Plotino** (205-270 d. de C.), el filósofo que más profundiza sobre el tema del arte; trata la belleza como un tema independiente; e instaura con ello el fundamento de la **estética** como una rama más de la filosofía.

Plotino, que funda el **Neoplatonismo**, cuyas ideas tanto han repercutido en el pensamiento europeo y el mundo de las letras y las artes, coincide en principio con Platón a la hora de calificar las artes visuales como imitaciones de la realidad, pero al contrario que el maestro, sí justifica esas imitaciones, basándose precisamente en el mismo pensamiento en cuanto a la consideración de las imágenes como representación de la realidad. De esa misma forma, como la naturaleza crea imitando todos los objetos naturales, el artista puede, de forma semejante, imitar también la representación de esos objetos naturales. Esta misma idea sobre el establecimiento de una jerarquización universal, sitúa siempre al creador por encima de cualquiera de sus obras, ya que cualquiera de los valores que pudieran contener, tanto expresivos como materiales, derivarían de la mente del autor. De esta forma y al considerar al artista como el origen de la obra, lo sitúa siempre por encima de ella, convirtiéndolo en el verdadero protagonista. Esta idea que era la que en un principio más separaba a la forma de pensar de los críticos clásicos y los actuales, nos puede dar una idea de la importancia en el cambio de pensamiento que introduce Plotino para poner una de las bases importantes en la teoría y crítica de arte actual.

No obstante podemos encontrar en Plotino diferentes pensamientos que nos pueden provocar sensaciones de **contradicción**: por una parte ofrece una idea en cuanto a la superioridad del arte sobre la naturaleza, para ello establece una comparación entre dos bloques de piedra, uno en su estado natural y el otro minuciosamente tallado representando un dios.

Su pregunta a cual de los dos es más bello la resuelve respondiendo que aquel en el cual ha intervenido el arte. Para Plotino en este caso los artistas son: <<**poseedores de la belleza que contemplan las carencias de la naturaleza**>>.

Por otra parte y por ese principio jerárquico universal en cuanto a la superioridad del creador sobre el objeto creado y siendo a la vez el objeto creado una imitación de aquel que consideramos natural y originario, estaría siempre la naturaleza por encima del arte. Bien es cierto que el ejemplo que pone corresponde a una naturaleza viva cuando se pregunta "¿Porqué es una cosa fea, pero viva, más atractiva que una bella escultura?", a lo que se responde "que es, porque tiene **alma** y está más próxima a lo que buscamos". En este caso la animación sería la condición importante mediante la cual todo ser vivo y en **movimiento** estaría por encima de cualquier representación por muy bella y simétrica que fuera.

Realmente, el tema del movimiento, ya sea en cuanto a su análisis para su comprensión, en el mundo de la Física; a su forma de imitarlo y reproducirlo en su vertiente mecánica; o a su intento de representación por medios artísticos, ha sido una constante a lo largo del tiempo y el desarrollo de estas disciplinas.

La importancia que intuye Plotino acerca del movimiento, que puede aportar cualquier ser vivo ante cualquiera de las representaciones visuales que pudieran hacer estos trabajadores del arte, ya la tienen también en cuenta, 700 años antes, estos mismos artistas de la época clásica, incluso se aprecian atisbos en la misma época arcaica en las estatuas de atletas (**kuroi**), intentando romper un tanto esa **estática** de la estatua, adelantando un poco el

pie izquierdo de estos atletas para darles esa sensación de marcha o movimiento. Pero será en la época clásica donde se daría el gran paso en la representación del movimiento, con el **Discóbolo** de Mirón como la máxima representación en una sola figura. O algo que se relaciona también directamente con el movimiento, como es esa sensación de vida y dinamismo en las escenas que **Fidias** representa para los frontones de los templos donde va relacionando unas figuras con otras mediante la expresividad de los giros en sus cuerpos y cabezas.

Pero quizás el intento más antiguo de dar cierta sensación de vida y movimiento en el campo de la escultura sea a través de los "**soana**", o estatuas de madera que en ocasiones recubrían con vestimenta y a las que, **Dédalo**, su mítico escultor, abría los ojos y hacía que sus miembros pareciesen en movimiento. Estas representaciones escultóricas, que son las más antiguas, después de la invasión dórica, nos dan una muestra del intento del hombre por la reproducción, lo más fielmente posible de la realidad, intentando dar esa sensación de vida y movimiento, donde debido al material con que se trabajaban, a base de madera de olivo, encina, ébano, etc., ofrecían la posibilidad de **articular** sus miembros, con cierta facilidad, algo que posteriormente, ya de la época arcaica en adelante, el trabajo sobre piedra no les permitiría, teniendo que adaptarse e intentar dar esa sensación de vida o movimientos por otros medios a base de sensaciones provocadas por tensiones en la misma composición de la figura o si fuera un grupo, entre aquellas que lo forman.

Como vemos, la propia materia, en ocasiones condiciona las opciones que puede seguir un artista para alcanzar un objetivo, todo depende también de la tendencia del individuo y sus preferencias por uno u otro procedimiento a utilizar. Lo más natural es que el artista esté por encima de esos condicionamientos y se exprese libremente con los medios que tiene a su alcance y que a la vez considere más adecuados. Hemos visto como Mirón representa esa sensación de movimiento en su **Discóbolo** y como

la mayoría de los artistas plásticos continúan en su línea a base de todo un estudio acerca de los parámetros que pueden provocar esa sensación: tensiones, desequilibrios, diagonales, ritmos, etc.. En otros casos, aunque mínimamente, el movimiento ya no será provocado de forma aparente sino que se aplicará de forma real como en nuestro siglo XX lo hacen **Calder** o **Tingueli**. Serían representantes de otra corriente donde en el sentido del artista plástico, también tendría cavidad esa tendencia hacia la investigación técnica o mecánica y que intentarían a su vez convertir en expresión artística. Posiblemente uno de estos representantes más antiguos del "artista ingenioso" lo encontremos en el citado anteriormente Dédalo, el cual intentaría **articular**, mecánicamente, sus figuras escultóricas de madera.

Este personaje mítico, al cual se le atribuye también la invención de la vela en la navegación, será uno de los pocos representantes de estas dos tendencias (mecánica y arte) que en muy contadas ocasiones se cruzan a lo largo de la historia, a pesar de la similar consideración social y profesional que, en un principio, se les llegó a tener.

*Autómatas de Herón  
según el padre Kircher.  
Oedipus Aegyptiacus.*



### 3.1.2.1.6 Mecánica y arte

De la misma forma que el artista plástico, que no, el arte, era considerado de forma un tanto despectiva, en la sociedad clásica, también lo era la persona interesada en la mecánica, no ya solo los artesanos del metal o la madera sino los propios investigadores que intentaban desvelar los secretos de esa disciplina para ponerlos al servicio de la sociedad. El hecho de tener que utilizar las manos para desarrollar esas labores de pintar o esculpir, en el caso de los artistas plásticos o proyectar y elaborar una máquina en el caso de los ingenieros, convertiría a ambos en **banausos** (mecánicos). Consideración similar que nos podría inducir a error. Nada más lejos de la realidad como hemos visto hasta nuestros días, aunque hubiera sido deseable que se cruzasen en alguna ocasión más.

El hecho de dar tradicionalmente al arte una función **espiritual**, y a la mecánica una función **material**, hace que sigan caminos paralelos pero a la vez distintos y difíciles en su encuentro. Uno de estos encuentros, podría venir demandado por la necesidad del propio hombre de sentirse rodeado de cosas y elementos bellos, de intentar que todo aquello de que se sirve, ya sean útiles, vestidos, mobiliario, etc., le hagan sentirse a gusto, no solo en cuanto a la satisfacción material sino también espiritual. Entraríamos en el mundo de la **decoración** y la ornamentación. Sería el establecimiento de un puente visual entre esa fría función material del objeto y nuestro propio espíritu. Este sentimiento implícito en el hombre desde sus primeras manifestaciones racionales, pondrá las bases para el posterior desarrollo en el mundo del **diseño**.

Si analizamos un poco el diseño actual nos podemos dar cuenta de la intervención de múltiples factores desde que se empieza a pensar en una idea hasta su solución final, y dependiendo de lo complejo del producto puede ser en mayor o menor medida un trabajo **multidisciplinar**, donde el diseño, la



elaboración y la comercialización, serán las principales fases. Se quiera o no, el sistema de comercio actual establece una gran competitividad a la cual el producto tiene que responder, si quiere alcanzar una cuota de mercado que a aquellos que lo producen les resulte rentable. Metidos en esta vorágine, se pueden adoptar, en líneas generales, dos posturas: la de producir a bajo precio a costa de la calidad y masificación del producto; o cuidar sobre todo la calidad y diseño, para ocupar un mercado minoritario pero a la vez elitista y con capacidad económica suficiente como para poderlo absorber. Y por supuesto existen diferentes grados intermedios, dirigidos a la gran masa de clases medias con que cuenta la sociedad occidental en la actualidad.

En todo este amplio abanico en el sistema de producción, se da el caso de que tanto la mecanización como el diseño con mayúsculas, serían componentes complementarios e inversamente proporcionales en los costes y la producción. Estaríamos otra vez enfrentando la máquina con el arte. Todo ello es matizable, puesto que aunque en líneas generales el hecho de la producción mecanizada y en serie de productos, ofrezca una calidad cuestionable. También, en ocasiones, por su complejidad, la maquina se pone al servicio de la propia calidad del producto en la mejora de su elaboración y adecuación a la idea para la cual ha sido diseñado. En cualquiera de los casos, la relación de la mecánica con el arte es meramente de servicio, y como decíamos con anterioridad, marcharían por caminos separados. Tan solamente cuando la propia mecánica se convierte en medio de expresión, que no de producción; podemos empezar a hablar de una posible **relación**. En Herón de Alejandría se podrían dar perfectamente estas condiciones. De la misma forma que sus creadores plásticos, coetáneos intentaban que sus obras expresaran vida, movimiento. Él intentó también crear ese movimiento, pero no de forma figurada, sino de forma real a base de curiosos mecanismos que hacían mover a sus **autómatas**.

Herón es un investigador alejandrino, del cual no se ponen de acuerdo los historiadores en cuanto a la época en que vivió; en general lo sitúan entre los 150 a. d. C. y el primer siglo de nuestra era. Es ante todo matemático, por lo que intenta resolver distintos problemas mecánicos que se plantean en su época, tanto directamente de aquellos planteados por Aristóteles como algunos retomados de Arquímedes. En general trata los principios de las máquinas simples como la palanca y el plano inclinado, estableciendo en los principios de la primera, otras derivadas como el torno, la polea, la cuña y el tornillo. Maquinas simples mediante las cuales ofrece soluciones prácticas para aplicar en distintos trabajos, como las prensas de tornillos; o sistemas de manipulación de grandes pesos y volúmenes en arquitectura, así como soluciones matemáticas con la creación de tablas de medidas para la construcción de bóvedas o bien en la construcción de túneles y pozos.

Pero a pesar de todo este tipo de estudios y aportaciones, lo que hace realmente diferente a Herón del resto de científicos de su época, es su interés por el mundo del espíritu, de los sueños, de la ilusión. No busca solamente que una máquina funcione para desarrollar su labor lo mejor posible, sino que además alimente el espíritu a través de su **estética**. No busca solamente prototipos de hidráulica y neumática en sus autómatas o su famosa "**eolípila**", sino, ilusionar con sus movimientos mágicos.

Realmente el hecho de que Herón dedique gran parte de su tiempo a estos menesteres, es algo que salvo por curiosidad, no se le ha dado mucha importancia, tanto en círculos artísticos como técnicos; quizás porque unos como otros y de forma tradicional se han marcado caminos diferentes y un tanto rígidos. No es difícil imaginarse a los técnicos tachando de **juguetitos** a los autómatas, que en realidad no cumplen ninguna función práctica. Tampoco es difícil imaginarse a un artista plástico calificándolos de muñecos **grotescos**. O al resto de la gente, como curiosos **pasatiempos**. En cambio para aquellos que valoran y admiran la creatividad,

representaría algo muy distinto. Tanto como la diferencia en la consideración jerárquica del artista sobre su obra, como idea básica en el arte que establece Plotino, ante la consideración anterior de la Época Clásica, donde la obra estaría por encima de todo, despreciándose al artista como **creador**. En realidad, lo importante es el artista y su capacidad creadora, la obra sería un resultado natural de la idea llevada a término de forma técnicamente correcta.

El hecho de que Herón aportase ideas creativas a la representación de imágenes, incluyéndolas un sistema de movimiento o trabajase en el diseño de las formas, para embellecer aquellas máquinas o instrumentos de que se servía esa sociedad, nos da idea de la capacidad **creadora** de este hombre y las inquietudes a todos los niveles, no solo científicos sino también y en cierta medida, **artísticos**.

*Cruzados.* Según Grabado,  
Abadía de St. Denis, París.



### 3.1.2.2 Edad Media

Si en el capítulo anterior hablábamos de las dificultades existentes a lo largo de toda la historia en cuanto a la relación del mundo de la mecánica con el mundo del arte, y no ya en lo referente a un mero uso servil de la una sobre el otro, sino a la utilización de la misma con fines expresivos y capaz de convertirse a su vez en una forma de arte; si tan solo encontrábamos dos puntos de referencia personalizados en el mítico Dédalo y en Herón de Alejandría; nos va a ser mucho más difícil encontrar esta misma relación en la época posterior que representaría la Edad Media.

La Edad Media en nuestra cultura occidental va a representar, de forma tradicional, la época oscura de transición entre la gran cultura greco-romana, hasta la época del llamado Renacimiento, que al mismo tiempo va a evidenciar con esta denominación el resurgir de esa antigua cultura como base de lo que debería ser el nuevo pensamiento y las nuevas artes. Por el simple hecho de catalogación en cuanto a los nombres, nos podemos hacer una idea de como, tradicionalmente, los historiadores occidentales han considerado esta época que abarca en el tiempo más de la mitad de nuestro calendario, esto es más de 1000 años, desde el s. V hasta prácticamente el s. XVI. Daría la sensación de que todo lo que aconteció durante este tiempo, tanto social y sobre todo culturalmente, no se le ha dado la suficiente importancia, daría la sensación de que lo que se pretende es hacer un paréntesis para continuar mil años después con borrón y cuenta nueva. Afortunadamente en la actualidad los historiadores nos plantean esta situación de diferente manera, y como no podía ser de otra forma, a modo de transición.

Es cierto que existen grandes puntos de inflexión que producen determinados acontecimientos y que pueden marcar las distintas épocas, pero también es cierto que cuando a una determinada cultura le sustituye otra diferente, es, siempre

generalizando, por el mismo motivo y es que, una, termina imponiéndose a la otra, seguramente, por su mayor poder; ya sea bélico, cultural, económico, estratégico, etc. En cualquier caso habrá que darle la importancia que se merece, después de realizar un análisis lo más objetivo posible, encontrando con seguridad también elementos positivos y puntos en común o de conexión entre las dos culturas que, en principio, nos quieren presentar tan drásticamente separadas y que desde un punto de vista general, de toda la historia, esas claras divisiones que representan las épocas, analizadas con detenimiento, resultan un tanto artificiales ya que encontraremos multitud de evidencias de una lógica evolución más o menos escalonada y que posiblemente esas divisiones se hayan hecho bajo intereses de determinados historiadores, abanderados de ciertas ideas políticas o religiosas concretas. Un ejemplo y de forma similar, aunque en otro orden, lo podemos comprobar en la actualidad con la instauración de fronteras por parte del hombre, ya sean políticas o religiosas, y como, éstas de forma artificial separan drásticamente a multitud de grupos étnicos que en realidad tuvieron el mismo origen.

A lo largo de la historia se han ido sucediendo los mismos hechos que provocan siempre los distintos intereses de cada una de estas ideas políticas o religiosas, intentando borrar cualquier tipo de vestigio que sea contradictorio a los ideales que cada una de ellas representan, escribiendo así y transmitiendo a sus generaciones su propia historia. Afortunadamente, en la actualidad se pueden contrastar las diferentes formas con que cada una de esas culturas ha contado su historia y como cualquier mismo acontecimiento vivido en la España del s. X sería observado y transmitido de forma distinta por un historiador cristiano como por otro musulmán. Por otra parte y de la misma forma, si analizamos como se produce la transición de la época del dominio greco-romano a la Edad Media veremos que todo ello es una consecuencia lógica y escalonada de múltiples acontecimientos.

Tradicionalmente se ha venido hablando, en la historia del arte antigua, del renacer de la cultura greco-romana como el establecimiento de una nueva época que terminaría con la Edad Media; al mismo tiempo se ha menospreciado de alguna forma a cualquier manifestación artística de esta época "**oscura**" que en realidad solo significaría el desvanecimiento de un imperio y el resurgir de otras culturas con ideas diferentes y que curiosamente algunas, como en el caso del Islam, servirían de puente para transmitir aquellas ideas del pensamiento griego hasta este renacimiento occidental.

En realidad todos estos cambios que se producen, y que los antiguos historiadores nos hacen pensar en cuanto a estos pueblos en torno al **Mediterráneo** como representantes de culturas y costumbres totalmente opuestas, es un poco más complejo de lo que parece; a pesar de que los hombres y sus particulares ideas se empeñen en hacer una simple división entre el bien y el mal, que cada uno consideran de acuerdo a las creencias particulares de cada cual; a pesar de que los propios sistemas políticos y sobretodo religiosos hayan hecho que se enfrenten pueblos contra pueblos, hermanos contra hermanos, intentando que las ideas de unos se impongan a toda costa sobre las de los otros, empleando cualquier sistema incluida la muerte y el exterminio del contrario, como hemos podido comprobar en los albores del s. XXI y en pleno corazón de Europa con la antigua Yugoslavia, o el mismo eterno distanciamiento de los pueblos del norte y el sur del Mediterráneo. De lo cristiano, de lo judío, de lo islámico. A pesar de todo ello, se quiera o no se quiera existe un pasado común, que es la historia común del Mediterráneo.

#### 3.1.2.2.1 **Contexto histórico**

A grandes rasgos, esta historia es muy simple. Si nos situamos en el principio de nuestro calendario nos encontramos con un imperio romano que ha utilizado toda la base y estructura del

anteriormente poder colonial griego, que a su vez utilizó las anteriores culturas egipcia y mesopotámica y que se distribuye ocupando todo el entorno geográfico del Mediterráneo.

A partir del s. III el **Imperio** se va debilitando: por una parte las distintas ofensivas de los pueblos del centro y norte europeos y por otra la fragmentación del poder político, por el sistema de "tetrarquía" que pone en práctica **Diocleciano**, consistente en el gobierno de cada parte del imperio (oriental y occidental) por un augusto ayudado a su vez por un César, hace que los diferentes conflictos por el complejo sistema de sucesión, termine en una gran crisis. A la vez, las diferentes estructuras económicas de uno y otro lado del imperio también van a ayudar a establecer más diferencias entre una y otra parte, para que, a la muerte del emperador **Teodosio** en el 395, se lleve a cabo la separación definitiva del imperio, pasando sus hijos a gobernarlo por separado; Honorio heredaría occidente y Arcadio la parte oriental con capital en Constantinopla, que antes fue la antigua colonia griega de Bizancio.

En el 410, el jefe godo Alarico, saquea Roma, donde muere. Después Ataúlfo, su sucesor, conduce a los godos a las Galias y a Hispania, comenzando la Edad Media para nuestra cultura occidental.

El Imperio de **Oriente**, de una u otra forma, se mantiene hasta la conquista de Constantinopla en 1453 por los turcos; fecha que curiosamente marcará para algunos historiadores el fin de la Edad Media.

Entretanto, en los pueblos del sur del Mediterráneo también se va a llevar a cabo un cambio importante. **Mahoma** (570-632) y sus ideas del **Islam** van a hacer posible el nacimiento de una religión capaz de aglutinar en torno a ella a los numerosos pueblos nómadas de la península Arábiga, que rápidamente se extenderá por toda Arabia, Siria, Persia, Egipto y todo el norte de África para pasar a Europa a través de la península Ibérica en el 710, la que ocuparon prácticamente en su totalidad, para continuar hasta

Francia donde son frenados por Carlos Martel, en la batalla de Poitiers en el 732.

De esta forma, todo el área en torno al mar Mediterráneo, que en su día dominó la cultura greco-romana, se va a configurar durante este espacio de tiempo que representa la **Edad Media**, en tres bloques diferentes que a su vez intentarían configurar tres culturas diferentes: por una parte estaría la zona correspondiente al Imperio Romano Occidental ocupada por los pueblos llamados "**bárbaros**"; por otra el Imperio **Bizantino**, constituido en base al Imperio Romano Oriental; y por último la zona sur del Mediterráneo de ocupación **islámica**.

Evidentemente esta parte de la historia correspondiente a la Edad Media y a este espacio geográfico será vista de diferente manera por los historiadores de una u otra zona, donde cada cual intenta justificar su particular punto de vista de acuerdo a sus propias creencias sociales, políticas y sobre todo religiosas, intentando cada una de ellas obviar a la otra. Influencias religiosas, representadas sobre todo, durante esta época, en las dos religiones dominantes: el **Cristianismo** y el **Islam**. El hecho de convertirse en dos religiones antagonistas, donde no solamente serían representantes de cultos distintos, sino de comportamientos sociales de total confrontación, van a provocar un total distanciamiento entre ellas y como consecuencia las culturas que representan. Al mismo tiempo la radicalización en sus planteamientos internos y el dictado de normas rígidas de comportamiento para aquellos que siguen una u otra religión van a ayudar también a ese distanciamiento.

Todas estas normas internas de cada una de las religiones, van a condicionar de forma importante el entorno socio-cultural de cada pueblo, su desarrollo en todos los órdenes y de forma particular a sus manifestaciones artísticas, sometidas a los distintos intereses que limitarían al artista su libertad de expresión.

Así pues nos encontraríamos con tres zonas representantes a su vez de tres culturas diferentes, y a la vez con dos religiones



dominantes. Posiblemente el hecho curioso de esta imparidad, provoque como consecuencia, un dinamismo tal, en todos los órdenes y en los frentes allí donde chocan las dos religiones, que haya también puntos de conexión e influencia positiva de una sobre la otra.

Se puede decir que las religiones van a jugar un papel fundamental en el desarrollo socio-cultural y artístico de estas tres culturas dominantes de la Edad Media. En el caso del Cristianismo, representaría el nexo de unión, del Occidente con Bizancio, ya que los pueblos "bárbaros" que **ocupan** y se hacen cargo de la administración de lo que fue el Imperio Romano de Occidente, van a aceptar de forma general las ideas cristianas. Y es que este cambio en la administración de esta parte de Europa, no se lleva a cabo de forma instantánea. Al contrario de lo que nos puedan hacer pensar las imágenes de las proyecciones cinematográficas en cuanto a una caída vertiginosa del Imperio Romano y la ocupación rápida y devastadora de los pueblos centro y norte europeos, se comprueba que existe un amplio período de colaboración y relaciones, sobre todo de intereses, entre lo que se podría entender por las dos partes en contienda, puesto que los bárbaros habían sido ya utilizados por los romanos, en muchas ocasiones, bien como mercenarios, como siervos o como esclavos, de acuerdo a las distintas situaciones y necesidades de ambos. El hecho es que una de las partes se va debilitando poco a poco, y la otra, encuentra el momento oportuno de lanzar una ofensiva y tomar el timón. De esta forma los pueblos bárbaros cruzan el Rin y el Danubio que durante siglos habían fijado las fronteras del Imperio y van a ocupar las principales ciudades, a las que dominan para imponer su control y gobierno.

Esta nueva situación de cambio de gobierno entre una y otra cultura, va a afectar de forma diferente a los distintos ámbitos de la sociedad: por una parte, en el plano cultural, tendería a perderse toda la tradición de pensamiento greco-romano en cuanto a filosofía, ciencia y arte. Así como en el terreno económico, donde

toda aquella estructura de comunicaciones, producción a gran escala y distribución de todo tipo de productos necesarios para el abastecimiento de un gran imperio; y su progresiva desaparición va a provocar también el consiguiente descuido y pérdida de grandes obras de ingeniería, como caminos, puentes, acueductos, etc. necesarios para una buena comunicación.

La formación de diferentes reinos con diferentes gobiernos también va a provocar la desintegración de ese macrosistema económico-social, iniciándose una tendencia al reduccionismo con la creación de sistemas de convivencia cada vez más pequeños y autosuficientes que daría como resultado el sistema de **feudalismo**.

A grandes rasgos, parecería que se produce una ecatombe socio-cultural en esta parte de Europa, entrando en una época oscura y representando un cambio lo suficientemente importante como para que los historiadores introduzcan aquí el punto de inflexión que marquen dos épocas diferentes; pero posiblemente para la gran mayoría de la gente, representaría solamente la proyección lógica de **decadencia** del Imperio Romano de Occidente, ya que para la amplia mayoría del pueblo, lo único que representó, fue el cambio en los nombres de los gobernantes: de **recaudadores** de impuestos romanos se pasó a recaudadores de impuestos bárbaros; de cualquier forma el pueblo seguiría sometido al gobernador de turno y realizando el mismo esfuerzo para subsistir; en realidad para ellos, como parte del pueblo sometido, este cambio, no sería muy apreciable.

De la otra parte, estos nuevos gobernantes y los pueblos invasores de los cuales estaban al frente, no eran muy numerosos y pasadas pocas generaciones ya se habían fundido e integrado con los pueblos ocupados, llegando también a aceptar de forma relativamente rápida el sistema religioso oficial del antiguo imperio, que era el Cristianismo. De esta forma la **religión**, no solamente ayudó a que se realizase de forma menos traumática una transición, de uno a otro sistema de gobierno en la Europa

occidental, sino también a la relación con la otra parte cristiana representada por el **Imperio Bizantino**. Imperio que va a continuar con su estatus hasta mediados del s. XV, aunque ya a mediados del s. XI hubiera iniciado un período de decadencia, donde el poder central va perdiendo poco a poco la autoridad desplazándose hacia un proceso de feudalización, que junto a los diferentes ataques de los turcos, cruzados, normandos y venecianos, se verá mermado en todas sus fuerzas hasta caer en manos otomanas en el 1453, pasando Constantinopla a ser la actual **Estambul**. La paradoja es que, mientras para los historiadores occidentales empezaría el Renacimiento, para los historiadores de esta zona oriental, habría empezado su particular "**edad media**".

Tampoco tendrían el mismo significado las fechas para el mundo musulmán. Mientras la Europa occidental vivía su época oscura, el **Islam** iniciaba su desarrollo como religión y como cultura, extendiéndose ya en el s. VIII desde los Pirineos hasta el valle del Indo y el Asia central, formando un gran imperio y convirtiéndose en el eje del mundo, sobre todo en la época de su máximo apogeo entre los años 900 y el 1100.

Estos pueblos, lejos de despreciar la cultura de aquellos otros a los que invadían, intentaron por todos los medios aprovechar todos aquellos conocimientos que les sirvieran para formar y desarrollar su propia cultura. Por todo ello y gracias a su inquietud y capacidad de asimilar lo ajeno y lo desconocido, no solo servirían de puente importante entre Oriente y Occidente, sino que se convertirían, junto con Bizancio en los conservadores del patrimonio greco-romano que se pierde durante la Edad Media en la Europa occidental.

Una vez terminado el período de gran expansión de conquista militar y establecidos los califatos de **Damasco** y **Bagdag**, se sintieron con la necesidad de dotar al imperio con una base científica y cultural que completase en todos los sentidos la civilización islámica. Para ello se dedicaron a recopilar y traducir

todos aquellos manuscritos que caían en su poder. No solo aprovecharían el conocimiento helenístico de las bibliotecas de Alejandría y otras ciudades importantes, sino que enviarían delegaciones a Bizancio para copiar todo el saber griego que allí se pudiera encontrar.

Tampoco tuvieron problemas para acoger a los numerosos hombres de ciencia llegados de otros lugares a los que se les daba todas las facilidades para el desarrollo de cualquier labor de investigación o pedagógica de la que se pudieran aprovechar. Hecho que nos recordaría mucho al acogimiento por los Estados Unidos de científicos y artistas europeos de nuestro siglo.

También fue de capital importancia la fundación de nuevas **universidades** como las de Basora, el Cairo, Kufa, Toledo o Córdoba y las escuelas de **traductores** que dan a conocer los tratados de los filósofos griegos. A diferencia de éstos, no obstaculizan la ciencia de laboratorio ni cualquier tipo de experimentos tendentes a repercutir en la mejora de cualquier actividad, científica o práctica. Se puede decir que habrían dado un paso más hacia la **ciencia** actual.

A partir del año 1100, las luchas internas y externas con oriente y occidente van a propiciar el inicio de la decadencia de este gran imperio que será prácticamente paralela también a la decadencia de Bizancio; y coincidente también al mismo tiempo con el inicio y creación de nuevas ideas y nuevos países en la Europa de Occidente que darían como resultado la época de lo que más tarde se llamaría el **Renacimiento**.

A partir de aquí, intentaremos centrarnos en los aspectos importantes que van a definir el desarrollo de estas tres culturas, haciéndolo sobre todo en aquellos que van a influir directamente en los órdenes que nos pudieran interesar, como son el arte y la tecnología. Así pues consideraremos a la **religión** y a la propia estructura social, de cada una de ellas como los principales factores que van a encaminar en un determinado sentido, tanto el desarrollo del arte como el de la técnica.

### 3.1.2.2.2 **Arte y religión**

Desde el punto de vista del arte, debemos decir que tendríamos que analizarlo desde dos aspectos diferente: por una parte, en cuanto a la obra de arte en si misma y su trayectoria en esta época, así como la influencia de los distintos factores que la van a condicionar para que se desarrolle de una forma determinada; y por otra parte al condicionante que supone la consideración social de la persona que la realiza o sea, el propio estatus profesional del trabajador plástico.

En líneas generales, se puede decir que el arte va a seguir desempeñando la misma labor que había desempeñado hasta ahora en las anteriores culturas, incluidas las clásicas, esto es intentar ofrecer una traducción material, del mundo espiritual y que el hombre como materia y con sus ojos no podría ver; para ello el arte utiliza una serie de medios plásticos como son: por una parte la representación de figuras divinas como medio de comunicación y comprensión hacia esos seres superiores, utilizando la escultura y la pintura; y por otra parte la creación de lugares o estancias adecuadas que ayuden a establecer esa comunicación espiritual, por medio de la arquitectura. De esta forma la **religión** se va a convertir en la vía directa para el desarrollo de las **artes plásticas**; y va a marcar a la vez el camino que van a seguir, estas artes, en cada uno de los lugares donde se practique una u otra religión.

En primer lugar y partiendo del **Judaísmo** como religión base y tronco común de las que más tarde serían las dos religiones dominantes en toda esta zona cultural mediterránea: el Cristianismo y el Islam, van a ser influenciadas de distinta forma en cuanto a esas manifestaciones plásticas de las que antes hablábamos, tanto pictóricas, como escultóricas o arquitectónicas. De la misma forma como el Judaísmo **no admite** representaciones figurativas de su dios, el Islam **tampoco** lo va a aceptar, por lo que

va a basar todo su arte plástico en la arquitectura y decoración de los lugares destinados al culto y la oración. En cambio en el Cristianismo se abriría un **debate** al respecto, admitiéndose definitivamente las escenas e imágenes que pudieran representar las situaciones y divinidades de esta religión. Aunque, en cada uno de los lugares donde se procesase: bien en la Europa occidental, como en Bizancio, seguiría un proceso de aceptación diferente.

En Bizancio, es, donde se abriría el gran debate en torno a la aceptación o no de las imágenes sagradas: mientras que existe un grupo que defiende la idea de la incorporación de **imágenes** de culto a modo de símbolos o recordatorios, estableciendo claramente la diferencia entre esa imagen simbólica, y la real que representa; en su contra, surge el movimiento **iconoclasta**, en total oposición a todo aquello que pudiera representar cualquier tipo de idolatría o el culto a imágenes creadas por el hombre y que en ningún caso podrían ser imágenes divinas, ya que no gozaban de la misma esencia, y simplemente eran distintos tipos de materiales a los cuales el hombre da una forma determinada; no dejando de ser nunca una esencia material. El triunfo de estas ideas llevaría al emperador **León III**, hacia el año 736 a dictar la prohibición de exhibir y reproducir imágenes, hasta que en el año 843 la emperatriz **Teodora** levanta la prohibición, permitiendo otra vez el culto a las imágenes.

Daríamos la sensación de que estos casi 100 años de prohibición, representarían muy poco dentro de toda la historia, y al mismo tiempo también podríamos pensar en el gran valor artístico perdido por el hecho que supone la destrucción o blanqueo de las pinturas ya existentes y por supuesto la no ejecución de este tipo de obras durante esos casi 100 años. Por una parte, ese razonamiento es lógico y efectivamente habría que lamentar todas aquellas obras destruidas; pero por otra parte, la necesidad de buscar otros motivos, sobre todo de decoración que pudieran suplir físicamente a esas imágenes, darían como resultado el salto hacia otras tendencias, más **abstractas**, con la incorporación de

otros elementos compositivos como los geométricos y motivos vegetales, que servirían para dar a Bizancio una identidad propia en cuanto a su arte, y al mismo tiempo una buena base de inspiración al arte musulmán, que por otra parte se muestra desde un principio fiel a sus ideas en contra de las imágenes divinas, al igual que los **judíos** los cuales en esta época parece que desempeñan un gran papel económico y cultural, y que según algunos historiadores al parecer pudieron influir en esa decisión de León III mediante la cual se produjo la prohibición de las imágenes; lo cierto es que se lleva a cabo de forma rotunda y sirve a la vez para separarse un poco más de lo que sería el mundo cristiano occidental, donde esta polémica de las imágenes no tendría ninguna repercusión.

Hay que tener en cuenta que allí donde surge la polémica es precisamente donde se lleva a cabo un estudio más profundo de cualquier tema que resulte de interés; y hay que tener en cuenta que mientras en Occidente desaparece prácticamente todo el pensamiento greco-romano, desapareciendo por tanto las diferentes propuestas; en Bizancio de alguna forma, continúa toda esa tradición, incluso más a partir de la pérdida de Rávena en el 751 y la instauración definitiva del griego como lengua oficial desplazando al latín.

Por una parte existía la propia tradición judeo-cristiana en contra de esas imágenes idólatras, que además era apoyada por una facción de la tradición helenística de aquellos que opinaban en contra de la representación de cualquier ser espiritual, y más posiblemente por el hecho de aceptar que se pudieran crear en base a las ideas y con las manos de aquellos trabajadores plásticos que gozaban de las más baja catalogación social.

En el otro extremo y en contra de estas ideas, estarían, según K. Holl, estudioso de la iglesia primitiva: por una parte aquellas que justificaban las imágenes como a modo de "**recordatorios**" de aquel a quien retrataban, de acuerdo a prácticas comunes de la vida real en los primeros 2 o 3 siglos del Cristianismo; y por otra

parte, la tradición de pensamiento helenístico que sí admitía la representación de las imágenes divinas, como en su día fueron los dioses griegos y romanos, y que se apoyaban en las ideas neoplatónicas, después de Plotino y sobre todo en la época de Justiniano (527-565), anterior a León III.

Los **Iconódulos** o adoradores de imágenes, como se les llamó, justificaban la "participación" de las mismas, dentro de una "idea" universal siendo a la vez partícipe y diferente a la esencia que representan; vendría a ser como la figura y la **sombra** que proyecta.

Mientras tanto el mundo islámico no tendría esta controversia ya que prácticamente partirían de cero al no tener ninguna tradición de pensamiento como Bizancio ni proceder de ningún otro gran imperio en concreto; hay que tener en cuenta que es una cultura que se forma en torno primeramente a unas ideas religiosas; que se desarrolla a base de aglutinar distintos pueblos y culturas dispersas en todo este área al sur del Mediterráneo; que se va formando como tal cultura islámica e imperio al mismo tiempo que crece y conquista otros pueblos; y como hemos dicho antes, que tiene una gran capacidad de asimilación de todas aquellas ideas que aún procedentes de otras culturas pudieran sumarse y enriquecer las suya propias. De esta forma, y por una parte siendo una religión que tiene también como base el judaísmo, aceptarían sin más la idea de rechazo de cualquier imagen que pudiera representar **idolatría**. Aceptando también posteriormente todas aquellas formas decorativas y arquitectónicas que pudieran sintonizar con sus ideas religiosas y su forma de construcción de ese gran imperio social y cultural que durante una buena parte de la Edad Media, representó el eje del mundo civilizado. Evidentemente la consideración de "edad media", como esa época oscura y de transición aplicada a la Europa occidental no sería el término correcto en su caso ya que para ellos representaría su particular "florecimiento".



Para la zona occidental de Europa, tampoco existiría esa **controversia iconoclasta**. Ya hemos dicho que allí donde existe controversia, es porque se profundiza en pensamientos donde se encuentran matices a veces un tanto imprecisos y que pueden dar lugar a respuestas y definiciones diferentes y contrapuestas. En el caso de esta zona occidental, no se da esta situación ya que una vez desaparecida toda la tradición de pensamiento greco-romano y no solo eso sino toda la infraestructura económico-social de lo que puede representar un imperio estructurado de forma centralista; el cambio de todo esto y el esfuerzo que supone volver a rehacer de forma distinta todo este territorio, sería labor suficiente como para no entretenerse en otras cuestiones en cuanto a diferencias de pensamientos teórico-religiosos que quedarían en un segundo término con respecto a las verdaderas necesidades, de los distintos pueblos que compondrían esta extensa región, por crearse una identidad y la estabilidad social necesaria para su desarrollo como pueblo y cultura. De alguna forma, tal y como ocurría en la zona islámica, la sensación es que aquí también se estaría iniciando y construyendo una nueva cultura, mientras que en Bizancio, se podría decir que existiría un cierto continuismo.

De esta forma y con la aceptación del Cristianismo por los propios dirigentes bárbaros que dominan toda la zona, esta religión se encuentra con todo el horizonte franco, para su difusión y desarrollo. El utilizar el arte a través de la arquitectura, la escultura y la pintura como medio para transmitir esas ideas y también como medio para acercar lo humano a lo divino va a propiciar que prácticamente toda la manifestación artística de esta época se centre en la ejecución y representación de **motivos religiosos**, si exceptuamos la tradición decorativa en metal y pedrería que pudieran aportar las culturas bárbaras, y que también de una u otra forma terminan utilizando con fines religiosos en cuanto a la elaboración de todo tipo de útiles y símbolos religiosos como cálices, cruces, custodias, etc. Se puede decir que existe una gran simbiosis de culturas y formas artísticas que conviven, bajo

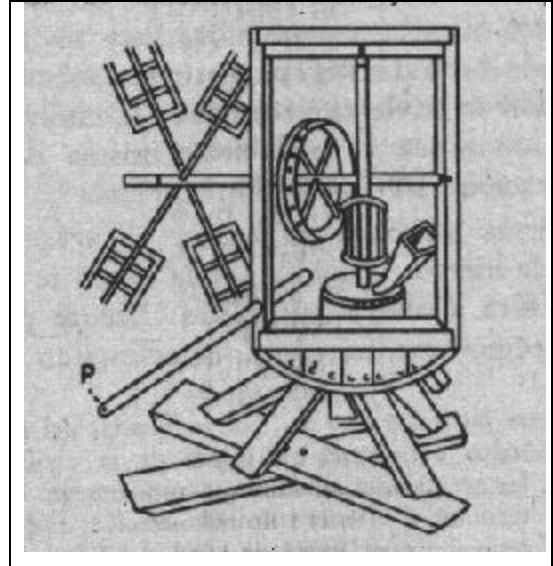
las directrices de las ideas universales que proclama la religión, en este caso el Cristianismo y que en términos generales se estaría gestando el embrión de lo que en la actualidad son los países y la cultura occidental.

Evidentemente el **Cristianismo**, más que una mera religión tal y como la entendemos ahora, mediante la cual el hombre entra en relación con sus creencias espirituales, a fin de encontrar ese sentido de continuidad, un poco más allá de su vida material; en esta época de la Edad Media proporcionaría algo más; no solo al gobernante y poderoso, que encontraban una respuesta o justificación para muchos de sus fines de poder, sino también para el pobre, el siervo y trabajador, que encontrarían un sentido a su existencia y sacrificio terrenal; sin olvidar el gran logro social que supone el apoyo de esta religión a la desaparición de la **esclavitud**: según el Génesis, Dios creó al hombre a su imagen y semejanza, por lo cual todos los hombres deberían sentirse socialmente más cercanos respetándose los unos a los otros; la esclavitud y el trato de unos sobre otros como si fueran ganado, ya no tendría justificación; se habría producido una auténtica revolución social. Evidentemente estas ideas se aceptaron rápidamente por el más bajo estrato social del Imperio Romano; así como más tarde por los pueblos paganos invasores que en muchas ocasiones se vieron sometidos también por los poderes del Imperio. De esta forma y a grandes rasgos se forma la sociedad "libre" medieval, donde coexisten la sociedad **eclesiástica**, cuya principal misión va a ser la de salvaguardar y difundir las ideas religiosas; la sociedad que podríamos denominar **noble**, formada por el poder político y militar, encargada de recaudar y administrar los bienes y la producción del territorio que ocupan; y la gran masa que forman la sociedad **productora**, entre los cuales los agricultores y los artesanos, representarían la gran mayoría de una sociedad medieval eminentemente agrícola. Se puede decir que después de la caída del Imperio Romano, se produce un auténtico desmorone del sistema de ciudadanía, distribuyéndose la población en una

gran cantidad de pequeños núcleos a base de granjas, aldeas, monasterios, feudos, señoríos, etc. que intentan abastecerse por ellos mismos en todas y cada una de sus necesidades, entrando en la primera época de la Edad Media que se podría considerar un tanto **oscura**; realmente se podría considerar un tanto decadente, puesto que viene a significar el final de un gran imperio y además un cambio radical en la estructura económico-social, que necesitaría por fuerza un tiempo de adaptación más o menos largo; se puede decir que este tiempo de adaptación, va a representar esa época oscura que ocuparía aproximadamente la mitad de toda la Edad Media y aproximadamente hasta el s. XI.

Mientras en Bizancio ya hemos dicho que continuaría la tradición del pensamiento greco-romano, y de alguna forma podía influir en el desarrollo de las propias ideas de la religión cristiana, en Occidente hay una sumisión total de cualquier idea tanto científica como filosófica a esta misma religión; hasta tal punto se da importancia a la influencia de la religión para el desarrollo de estos pueblos, en todos los sentidos, tanto artístico, económico, político, social, etc. que el miedo que impone la propia religión al final del año **1000** como final de los tiempos y del mundo, provoca de alguna forma un freno y desaliento general hacia el futuro que se ve totalmente oscuro; el hecho de sobrepasar ese fatídico año sin ninguna consecuencia apocalíptica para el mundo, supondría tal regocijo, que desde las mismas instancias religiosas se elevarían todo tipo de salvos y gracias al Señor, provocando una nueva sensación de aire limpio y de volver a empezar. Comenzaría la segunda parte o la Baja Edad Media y el inicio de gestación de la actual **cultura occidental**.

*Molino de viento giratorio*  
Usher, hacia 1430



### 3.1.2.2.3 Mecánica

Hemos dicho que esta cultura occidental se iba a diferenciar, en un principio, de las otras dos grandes culturas que de alguna forma representan la cultura greco-romana, no sólo en el mundo de las ideas sobre la ciencia, sino en la propia estructura social; y mientras que estas dos culturas continuaban con el sistema de ciudadanía, Occidente sería sobre todo una población de diseminación **rural**.

Esta situación de sociedad rural, de pensamiento eminentemente práctico y con perspectivas de futuro positivas, tanto en lo espiritual como en el terreno de la producción, va a permitir que se produzca un gran desarrollo en uno y otro sentido: en lo referente al mundo del arte aparecería el período **Románico** como primer gran movimiento artístico y religioso tendente a acoger a los fieles, a los que ayudarían a elevar sus oraciones y gracias al Señor; mientras en lo referente al mundo de la producción, se llevaría a cabo una especie de revolución técnica que se pondría automáticamente al servicio de la producción agraria, necesaria para cubrir las necesidades económicas y

alimentarias tanto de las propias zonas rurales como de las nuevas y emergentes grandes poblaciones o "burgos".

La propia necesidad de producción masiva y la condición más humana de la persona, hace que se busquen alternativas hacia el ahorro de esfuerzo y el máximo aprovechamiento del mismo. Para ello el hombre intentará poner en marcha todo su conocimiento e ingenio a la búsqueda de otras fuentes de energías que le ayuden a realizar sobre todo aquellas tareas que le resultan más pesadas. Habría llegado el momento del primer gran desarrollo de las máquinas tendentes a aliviar al hombre de las tareas más arduas. No solamente representaría un gran cambio en lo que se refiere al sistema de producción y todo lo que ello conlleva con relación a la mejora de la economía y la propia condición social, sino al cambio de pensamiento con la introducción de la idea de la utilización de la máquina, como bienhechora de la condición humana. De esta forma, la mecánica ya no solamente serviría para la representación material de curiosos estudios teóricos o su utilización casi en exclusiva en las máquinas de guerra, sino que empezaría a ocupar un papel importante en el desarrollo de la vida civil. A medida que, durante esta época, van surgiendo más necesidades en cualquiera de los sistemas de producción, se irían dando también las correspondientes soluciones mecánicas, adaptando cada una de ellas a las distintas necesidades, llegando a evolucionar de tal forma que ya en el s. XIII aparecen múltiples **manuales** dedicados a la mecánica, la ingeniería y la metalurgia.

Si queremos analizar, aunque sea superficialmente, la situación de la mecánica de esta época y su aplicación a las distintas maquinarias, tendríamos que diferenciar distintos aspectos con relación a la misma: primeramente aquel relacionado con la fuerza motriz dedicada a la impulsión y la generación de movimiento; más tarde el estudio de los distintos mecanismos simples y su conjunción para la transmisión y transformación de ese primer movimiento en cualquier otro que se estime necesario; y por último la consideración de la máquina en todo su conjunto y su

diferencia con el resto, convirtiéndose a su vez en una máquina determinada con una función específica.

#### 3.1.2.2.3.1 **El motor** (fuerza motriz)

En cuanto a este primer apartado referente a la fuerza motriz, es algo que a pesar de su gran importancia, realmente, no se empieza a apreciar hasta que el hombre no se plantea la injusta situación de la esclavitud de la gran mayoría del resto de los humanos y la posibilidad de liberar a los mismos de esos terribles trabajos que precisaban de otras fuerzas, de diferente magnitud, que estaban por naturaleza fuera del alcance de la raza humana. Es obvio que otras fuerzas naturales como la fuerza del **viento** o la fuerza de una corriente de **agua**, incluso la fuerza de un **animal**, mejor dotado físicamente, podrían aportar esa energía que tanto sufrimiento y esfuerzo desmedido causaba en los hombres.

En base, precisamente, a estas tres fuerzas ajenas al hombre, se va a crear todo un sistema de mecanismos en los cuales de basaría la mecánica y su consiguiente aplicación a las distintas máquinas de la Edad Media. En realidad ya se habían aplicado antes estas fuerzas ajenas al hombre, pero sin resultados suficientemente aceptables. El uso del buey para estos menesteres ya se aplicaba con cierto éxito desde la antigüedad, pero no así el uso de otros animales como el caballo, que pensándolo bien podría aportar también una gran energía y a la vez ser mucho más rápido. El problema surge a la hora del enjaezado, para lo cual, lógicamente se intentan adaptar los aparejos utilizados ya con éxito en el tiro de bueyes; que en este caso no darían el resultado apetecido ya que, en los caballos, por su particular constitución física, estos mismos aparejos actuaban a modo de estrangulación, cuando se les pedía realizar el mismo esfuerzo. Este sistema no sería factible hasta que a finales del s. IX y principio del s. X, se aplicaran aparejos específicos a la anatomía de estos nuevos animales de tiro. La primera gran aportación, sería la **collera**,

consistente en una especie de arco rígido y almohadillado, que se encajaba en el cuello y se apoyaba en la espalda al realizar cualquier esfuerzo y que transmitía por medio de dos tirantes. Este avance en el tiro, se vendría a reforzar con la inclusión del sistema de tiro múltiple o reatas mediante el cual se podrían utilizar varios animales, multiplicando de esa forma y de manera considerable la potencia de tracción. Pero aún mejoraría mucho más el nuevo calzo de los caballos con la inclusión de la **herradura** de hierro clavada en los cascos, lo que proporcionaría al caballo una gran fuerza de agarre y a la vez resistente al desgaste.

Toda esta tecnología aplicada al caballo, proporcionó un gran avance a los sistemas de producción; no sólo abrió nuevos campos de cultivo con su incorporación al arado allí donde los terrenos resultaban inaccesibles al sistema anterior de bueyes, sino que además su enganche a los carros proporcionó un gran desarrollo al mundo del transporte y la comunicación.

Aún siendo importante la utilización de esta energía ajena al hombre, el gran reto sería el dominio y utilización de aquellas otras pertenecientes a la propia naturaleza de los elementos como el agua, el viento, el fuego, etc. energías que podían proporcionar la propia naturaleza y que aún en la actualidad siguen siendo ese reto para el hombre moderno.

**La energía del agua** y su aplicación a la llamada rueda hidráulica, ya se menciona en el Asia Menor en el s. I a. de C. incluso Vitruvio ya describe un mecanismo de este tipo hacia el año 50. Y se sabe que los romanos lo utilizaron, pero no fue realmente productivo hasta la Edad Media donde se convierte en el sistema de fuerza motriz más importante a lo largo de todos aquellos caudales de ríos capaces de comunicar la fuerza suficiente para moverla, no obstante, en aquellos donde el caudal a veces no era el apropiado, la ingeniería también aportó su granito de arena construyendo los diques o embalses apropiados para la acumulación del agua que al soltarla voluntariamente y con

posterioridad actuaría en su caída sobre la rueda hidráulica, situada a tal efecto.

En principio el mayor uso que se le dio a esta rueda hidráulica fue en su incorporación al molino; más tarde también se utilizaría para proporcionar movimiento a todo tipo de artilugios como martinetes, aserraderos, fuelles, máquinas de bataneo, etc.; aplicaciones que supondrían la adecuación específica de la misma fuerza motriz a distintos mecanismos con distintas funciones, con lo cual la mecánica abriría un amplio abanico de posibilidades a la producción masiva y en otro sentido al interesante mundo de los autómatas.

No menos interesante sería la utilización de la energía que podría proporcionar el viento, sobre todo para aquellos lugares que no disponían de ríos en sus alrededores.

Cuenta la leyenda que en Persia hacia el año 650 el esclavo Abu Lulua inventa lo que más tarde se conocería genéricamente como **molino de viento**, se trataba de una edificación de adobe de la que salía un eje vertical al cual se acoplaban unas velas, que en contacto por el viento hacían girar este eje que proporcionaba un movimiento circular capaz de hacer girar a su vez a una piedra que al friccionar sobre otra situada en su parte inferior, podía triturar cualquier grano depositado entre ambas. Lo cierto es que parece ser con seguridad que ya se desarrollaron en Persia en el s. X y que parece que es introducido en Europa como 200 años más tarde al parecer a través de notas tomadas por los cruzados, que regresaban a casa, después de guerrear en los Santos Lugares. Los primeros que se conocen en Occidente son los construidos en Normandía hacia el año 1180 desde donde se extienden hasta los Países Bajos e Inglaterra, para pasar más tarde a ocupar todas las zonas allí donde los vientos eran lo bastante fuertes como para mover sus aspas.

Los molinos europeos se diferenciaban básicamente de los persas sobre todo en el eje principal acoplado a las aspas, que hacían girar el viento. Mientras el originario persa consistía en un



eje vertical acoplado a un recinto fijo, el europeo consistía en un eje horizontal sobre un edificio de madera móvil o giratorio con el fin de poder orientar las aspas aprovechando así cualquier dirección del viento.

No se entiende porqué se produce esta importante variación con todo lo que ello conlleva en cuanto a la complicación mecánica de la utilización de aspas verticales y recinto giratorio, si en el primitivo persa, de aspas en situación horizontal y eje vertical solucionaba el problema de la dirección del viento sin necesidad de construir un edificio móvil ni tener que transformar el movimiento giratorio, que en el europeo proporcionaba un eje horizontal. La única explicación que podría tener, sería: la de poder controlar, de alguna forma, la velocidad de giro del molino que en caso de ser muy elevada llegaba a quemar el grano. Tener la posibilidad de poder orientar las aspas, no solo daría la posibilidad de aprovechar al máximo cualquier dirección del viento sino que podría servir de regulación hasta conseguir la velocidad de giro precisa para una molición correcta.

Evidentemente todo este complejo mecanismo no aparecería porque sí, y seguramente se aprovecharía la experiencia y los mecanismos aplicados ya con éxito en los sistemas hidráulicos. Todo esto nos haría pensar en la gran importancia que tubo el desarrollo de la mecánica en la Edad Media, no solo para la producción sino para el establecimiento de las bases de todo un pensamiento mecánico-científico que pocos siglos más tarde darían como resultado la Revolución Industrial. Lo importante en ese tiempo, es, que para ello se tiene la necesidad, por una parte de verdaderos profesionales capacitados para llevar a cabo los montajes de todos estos mecanismos y su reparación cuando sufren cualquier desperfecto, así como la creación de inquietudes en los hombres de ciencia dirigidas hacia la resolución de los distintos problemas que plantean todo este tipo de maquinas, y sus posibles aplicaciones y mejoras a las distintas funciones que va demandando una sociedad emergente. De esta forma surgirían así

los que se podrían considerar primeros **mecánicos** profesionales, tanto teóricos como prácticos.

Se puede decir que todos estos estudios y aplicaciones de los distintos mecanismos, se desarrollan con intereses similares tanto en las culturas cristianas como la musulmana, y no sólo en aplicaciones prácticas sino también en estudios teóricos: algunos, recopilatorios de conocimientos y autores helenísticos, sobre todo por parte de los árabes; y otros aportando nuevos estudios y conclusiones de la práctica cotidiana, y que plasman en los distintos manuales.

Haciendo un análisis de todos estos estudios y conclusiones prácticas que podemos constatar por la realidad de estas máquinas de la época y de las cuales tenemos información, podemos indicar que no se produce tanto una revolución en la invención de nuevos sistemas mecánicos, sino una nueva traducción y aplicación de los principios de las máquinas simples, ya conocidas desde la antigüedad, con la inclusión de la rueda y sus derivados: las ruedas dentadas o **engranajes**. Imprescindibles como transmisores de potencia y movimiento; gracias a lo cual y a estos engranajes, se consigue la transmisión de movimiento no solo entre ejes situados en la misma dirección sino entre aquellos que se cruzan, pudiendo entrelazar perfectamente ejes horizontales con verticales o viceversa; este sería el caso de transmisión de movimiento en los molinos europeos, desde sus aspas, que movían un eje horizontal, hasta el eje de las muelas, situado verticalmente.

#### 3.1.2.2.3.2 **El movimiento** (trasmisión, transformación y aplicación)

A parte de la transmisión del movimiento desde el elemento motriz, debemos tener en cuenta todos aquellos que lo transmiten y modifican adecuándolo a las funciones específicas para la cual se desarrolla una u otra máquina. Básicamente el movimiento que generaba la fuerza motriz tanto hidráulica como eólica era un

movimiento circular que no siempre era el más adecuado para algunas funciones, ya que en ocasiones se necesitaban movimientos longitudinales. Existían funciones muy precisas como el bataneo o el forjado, que consistía en golpear de forma persistente el paño o el hierro candente; cada material, en cada caso; y a pesar de ser una operación sencilla no por ello resultaba menos pesada por lo cual se intentaría dar una solución mecánica con el fin de ahorrar esos grandes esfuerzos, que mecánicamente podrían resultar sencillos; para ello, a finales del s. X se empieza a utilizar el sistema de **levas**, primero se acoplaría a los sistemas hidráulicos y después a los eólicos. Es un sencillo sistema consistente en incluir al eje giratorio un elemento excéntrico, que en cada giro chocaría con el brazo de potencia de una palanca simple, transmitiendo por consiguiente un empuje longitudinal al brazo de resistencia. Este empuje, como norma general, era el destinado a elevar el mazo o martillo, que al liberarse en su caída cumplía su función de martilleo. Cuando a un mismo eje se le ponían varias levas, se multiplicaba notablemente su función pudiéndose instalar varios mazos que se movían alternativamente, según el desarrollo del giro del eje. Este sistema que se llama **árbol de levas** se utilizó sobre todo en aquellos casos donde el material a martillar se distribuía de forma extensa, como podrían ser los paños para batanear o en otras muchas funciones como el exprimido de hojas para la obtención de tintes o la trituración de malta para fabricar cerveza, etc. En cambio el **martinete** de forja por su necesidad de precisión y el trabajo con una pieza única que habría que calentar de vez en cuando, con la utilización de una sola leva habría suficiente.

Esta forma de conversión del movimiento circular a movimiento rectilíneo mediante la leva, dio muestras de una gran eficacia en todas aquellas labores para las que se destinó. Pero para otras que también se precisaba el movimiento longitudinal y que además debía de ser de ida y vuelta, resultó un tanto insuficiente.

Entonces se desarrollo el sistema de **biela-manivela** que salvaría sin problema estas deficiencias que presentaba el primero.

En realidad la **manivela** es una simple variación en el sistema de eje-rueda. Si nosotros intentamos hacer girar este sistema manipulando directamente sobre el mismo eje, nos costará más trabajo que si lo hacemos sobre el contorno de la rueda, un ejemplo actual sería la manipulación del volante de nuestros coches, evidentemente la rueda a través de su diámetro nos ofrece un mayor brazo de palanca que el diámetro del propio eje. Este principio lo podemos encontrar físicamente representado en los primitivos molinos de mano, en cuya muela circular superior y en uno de sus puntos retirados de su centro de giro, se sitúa el mango para su manipulación. Ya en cuanto a forma más depurada lo podemos comparar con el propio eje al cual se le provoca un codo. El actuar sobre este codo, cumpliría la misma función que en el ejemplo anterior.

Si nosotros agarramos con nuestra mano ese codo y hacemos girar el eje, no solo comprobaremos que nos cuesta menos trabajo, sino que veremos como el desplazamiento de giro que realiza nuestra mano acompañando a este codo del eje, se convierte en un desplazamiento prácticamente rectilíneo de nuestro propio antebrazo. Si en lugar de nuestro brazo acoplamos una pieza longitudinal y perpendicular a este eje, agarrando el codo de forma que permita el giro en esta articulación, habremos conseguido el sistema de biela-manivela. Con él no solo conseguiríamos transformar el movimiento circular en un movimiento longitudinal de ida y vuelta o vaivén, sino que también lo podríamos reproducir a la viceversa.

Este nuevo sistema mecánico abriría nuevas posibilidades en cuanto a su utilización para algunas funciones que hasta el momento se realizaban de forma manual y que precisaban de un movimiento de vaivén como podrían ser los aserraderos o los grandes fuelles, que se utilizaban en las fraguas donde dieron excelentes resultados, y no sólo de forma cuantitativa como

podrían ser las funciones de aserrado mecanizado y sus consiguientes mejoras, tanto en rapidez como en precisión, sino de forma cualitativa sobre todo en la mecanización de los grandes fuelles que aportarían un gran avance a la metalurgia, resultando decisivos para la obtención del **hierro colado**.

Hasta la Edad Media, la forma tradicional de trabajar el hierro y de realizar cualquier tipo de pieza o utensilio, se basaba en el forjado del mismo, o sea darle la forma adecuada a fuerza de golpes, cuando adquiría la plasticidad adecuada y después de haberlo calentado.

La introducción de estos grandes fuelles que se moverían mecánicamente con los sistemas de biela-manivela y que a su vez se acoplaban a los distintos sistemas propulsores como el hidráulico o el eólico, proporcionarían a los hornos una gran cantidad de aire que mejoraría notablemente el rendimiento. Esta gran cantidad de aire no sólo proporcionaría al horno temperaturas suficientemente altas como para llevar al hierro a su punto de fusión sino que provocaría al mismo tiempo una mayor absorción de carbono, mejorándolo en su calidad. De esta forma y una vez obtenido el hierro líquido, no se tardó mucho en dominar este proceso y su producción ya que tan solo se tendrían que adecuar las técnicas conocidas ya con anterioridad en la fundición del bronce.

Esta adaptación del sistema de biela-manivela a los grandes fuelles y a las ruedas hidráulicas instaladas a lo largo del Rin, hacia el año 1300, harían posible ya una producción regular del hierro colado.

Otra utilidad de este sistema de biela-manivela, sería el **cigüeñal**, que consiste en una ligera variación con la inclusión de más de un codo en el mismo eje con lo que se podría multiplicar y mejorar la acción del movimiento. Esta nueva variación que aparece a mediados del s. XIV se aplica de forma importante en los trabajos de las minas, sobre todo en labores de bombeo del agua que se filtraba inundando las mismas; así como para la

ventilación de estos mismos recintos. Este sistema lo ilustra perfectamente **Georgius Agricola** en su libro "De re metallica" publicado en el año 1556 donde se pueden apreciar las distintas partes de que se componían estos tipos de bombas similares en su concepción unas de otras (hidráulicas y neumáticas), a base de unos pistones a los cuales movía el sistema biela-manivela y que se desplazaban en el interior de unos cilindros, que en su llenado y vaciado de aire o de agua cumplían su función de insuflar o desalojar, en cada caso.

En realidad la manivela como elemento mecánico unitario era un sistema conocido por casi la totalidad de las culturas antiguas, encontrándose ejemplos tanto en la cultura egipcia, griega o china entre otras, que ya utilizaban rudimentarios **manubrios** con los que aliviaban el esfuerzo y aumentaban la potencia. Ejemplos igualmente rudimentarios que podemos encontrar todavía en nuestro s. XX y en nuestros automóviles. No quedan tan atrás aquellos vehículos que para el arranque de su motor incorporaban obligatoriamente este sistema o la misma subida y bajada de los cristales de las ventanas.

Posiblemente la manivela y su sociedad con la biela haya significado para el mundo de la mecánica un paso cualitativo tan importante como lo pudo representar, en su día, la invención de la rueda, y sobre todo por su aplicación en el mundo del motor, primeramente en aquellos de vapor que propiciaron el "boom" de la Revolución Industrial, y más tarde en los de explosión que se incorporan a casi la totalidad de los vehículos móviles.

Se da el caso curioso de que mientras este sistema se desarrolla primeramente para la transformación de un movimiento circular en un movimiento rectilíneo y se aplica a estas máquinas de la Edad Media, en el caso de los motores, tanto de vapor como de explosión, viene a ocurrir de forma contraria, ya que la fuerza expansiva de los gases provoca en el pistón, el desplazamiento longitudinal a través del cilindro, comunicándolo

al sistema de **biela-cigüeñal** que lo traduce en el movimiento circular, necesario para impulsar el vehículo.

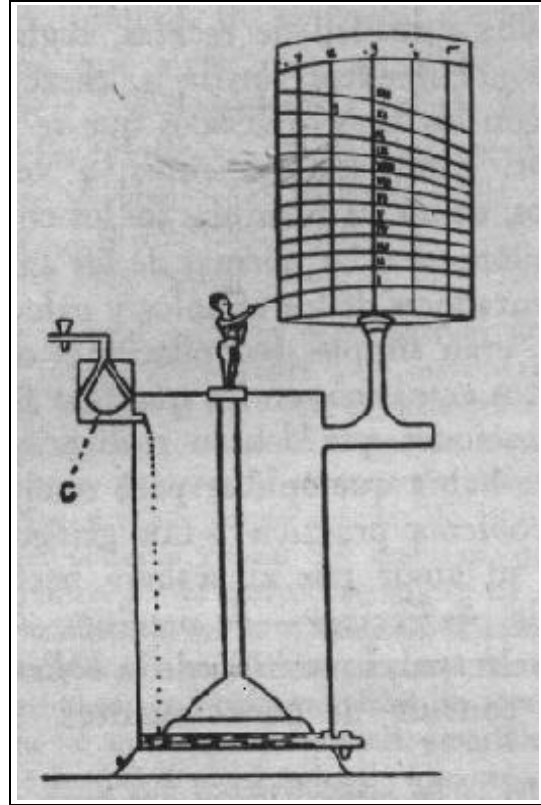
A tal efecto y, en referencia a los dos sistemas mecánicos de transformación de movimiento que representaron la leva y la biela-manivela, hasta tal punto, debemos decir que están presentes y son importantes estos dos sistemas desarrollados en la Edad Media y su repercusión actual, que son prácticamente los dos únicos mecanismos de que constan nuestros motores de automóviles actuales, sin contar lógicamente con el sistema eléctrico que iniciaría, con su chispa, el desencadenante del movimiento.

También a finales del s. XIII aparecería otro sistema mecánico, que se sumaría a los dos descritos con anterioridad, pero con una función diferente; ya no significaba la transformación del movimiento, sino que se ocuparía de su transmisión. Nos referimos a la **transmisión por correa**, la cual permitiría la reproducción de movimiento a cierta distancia de la propia fuente motriz, lo que facilitaba la instalación de mecanismos en otros lugares que se consideraban más adecuados.

La correa proporcionaría el movimiento a los volantes de los **tornos de hilar**, que aparecen también hacia el año 1300 sustituyendo a las antiguas ruelas y que van a suponer conjuntamente con las **máquinas de bataneo** uno de los pilares donde se apoyaría la base, para la creación de la industria textil.

Pero si todas estas máquinas fueron importantes al igual que las nuevas aportaciones con los nuevos sistemas de transformación y transmisión del movimiento, aparecería una nueva que rompería todos los esquemas, y no ya, en lo que al mismo hecho de la producción se refiere, pues en realidad no estaba destinada a elaborar ningún tipo de producto ni tan siquiera a aliviar de un gran esfuerzo al hombre, sino que la única función que cumpliría es la de medir y marcar lo más fielmente posible el paso del tiempo, nos estamos refiriendo al reloj mecánico.

*Reloj hidráulico. Según Usher.*



### 3.1.2.2.3.3 El reloj (una máquina para la ciencia)

En realidad la medida del tiempo era algo que ya se venía realizando desde las antiguas culturas. Los egipcios ya disponían de la "**clepsidra**" que se basaba en un escape controlado de agua que goteaba a través de un orificio y que llenaba reguladamente un depósito en una determinada unidad de tiempo. Estos mismos artilugios también serían usados por los griegos, a los que mejoraron con la inclusión de mecanismos reguladores y escalas que medían directamente estas porciones de tiempo; siguiéndose, utilizando durante la Edad Media, este tipo de relojes y de forma regular como aparatos de medida totalmente consolidados, tanto



por la comunidad cristiana como musulmana; incluso se mejoro de manera notable con la inclusión de distintos mecanismos a base de flotadores que comunicaban el nivel por medio de cuerdas y poleas hacia diferentes sistemas de marcación del tiempo, bien por medio de una simple escala, o bien por medio de alguna especie de autómata que iba cambiando de posición de acuerdo al estado de nivel que le comunicaba el flotador. Este sistema, era utilizado a menudo por las comunidades islámicas, que situaban grandes figuras marcadoras en lugares donde el público pudiera verlos.

En la comunidad cristiana y, sobre todo dentro de los monasterios donde se pretendía llevar una vida lo más organizada posible estructurando en el tiempo las distintas actividades monacales, se haría imprescindible el uso de un medio que les sirviese de guía para esta organización, encontrando en el reloj de agua el mejor aliado. Este reloj a diferencia de los anteriormente descritos musulmanes, no sería tan sofisticado en el sistema de marcación, pero en cambio llevaría un estricto control en la puntualidad, puesto que para cumplir fielmente su labor, debía estar controlado en todo momento por un monje que se encargaba de ponerlo en hora todas las noches, después de hacer las correspondientes observaciones sobre una estrella que le serviría de referencia.

Ya, fuera de los monasterios, su utilización no sería tan importante puesto que, en estos tiempos y sobre todo en cuanto a la actividad laboral se refiere, el propio sol marcaría directamente la jornada cotidiana. Algo inimaginable en los tiempos que vivimos, en los que a casi nadie se le ocurre prescindir de su reloj personal.

Tampoco y de acuerdo al concepto de reloj que tenemos en la actualidad, a muchísimas personas se les pasa por la imaginación que este tipo de relojes de agua hubiera existido jamás, puesto que no es habitual encontrar ningún ejemplo salvo en muy pocas documentaciones de mecánica antigua; y si realizáramos alguna encuesta en la calle, tan sólo nos darían referencia de los modelos

tradicionales de sol o de arena, que a parte de los museos podemos encontrar en algún que otro comercio dedicado a las curiosidades. Pero lo cierto es que este tipo de relojes tuvieron tanto éxito que algunos permanecieron funcionando hasta el s. XVIII; por lo cual los debemos valorar en su justa medida.

Además del agua como elemento regulador, también se utilizó el aceite, la arena e incluso el mercurio. En referencia a este último, una obra del s. XIII, preparada para Alfonso X de Castilla, describe uno de estos relojes, donde un peso controlado por el paso del mercurio a través de pequeños orificios, va descendiendo poco a poco, marcando así el paso del tiempo. En realidad todos ellos estaban basados en los mismos principios sobre la resistencia y control de su paso a través de orificios calibrados; resultando totalmente distinto a los sistemas mecánicos por medio de engranajes, que sirvieron de base a los relojes actuales. En realidad, son tan distintos estos dos sistemas que es difícil relacionarlos, por lo que cuando uno de ellos se impone, de forma total, el otro desaparece con la misma rotundidad; pudiendo encontrar de los primeros en la actualidad, solamente algunos ejemplos de referencia pero ya con distintas funciones muy específicas y solamente utilizando de éstos, los mecanismos de marcación; basados en los flotadores y el nivel de líquidos de los depósitos; pudiéndose encontrar en la actualidad el ejemplo más evidente en el marcador de combustible de cualquier vehículo automóvil.

Los **relojes mecánicos**, desarrollados con posterioridad, nos recordarían más a cualquier sistema de transmisión de un molino o de aquellos autómatas que desarrollaron los científicos alejandrinos como Herón, y a los cuales pretendían dar movimiento o "animar" a base de articulaciones, pesas, cadenas, engranajes, etc.

No se sabe con exactitud donde puede haber estado el momento en que se cambiaría tan drásticamente el sistema de mecanismo de uno a otro reloj, pues en apariencia es

prácticamente imposible que uno pueda derivar de otro, dando la sensación de que en este caso no existe la clásica y natural evolución; sin embargo sí que podríamos pensar en tal evolución, teniendo en cuenta que al margen del propio hecho de la existencia del agua como elemento básico y principal, se sabe que sí se desarrolló todo un intrincado sistema de mecanismos para la marcación y regulación del tiempo, en porciones cada vez más pequeñas y más precisas. Por otra parte, debemos recordar que todo este mecanismo, lo comandaba un simple flotador que subía o bajaba dependiendo del propio sistema del reloj; ya fuera de llenado o vaciado del depósito. Si en un determinado momento, a este sistema de flotador que sube o baja, lo sustituimos por otro sistema que pueda producir un empuje o tirantez regular y similar, por medio de un peso o cualquier otra fuerza estable, podríamos llegar a prescindir del agua y del flotador, eliminando así la base o esencia de este reloj; lo que nos llevaría a potenciar, al mismo tiempo aquel mecanismo complementario de regulación y marcación, para convertirlo a su vez en el mecanismo principal del nuevo reloj.

Los rasgos esenciales de este nuevo reloj mecánico, estaría basado en un determinado **peso** que pende de una cuerda enrollada en torno a un tambor con su eje, que mueve a su vez un conjunto de **engranajes** y que en su parte final incorpora un sistema de **escape** que libera paso a paso, y con una frecuencia determinada, la tendencia al giro de estos engranajes y la propia velocidad de caída del peso que proporciona la fuerza motriz.

El sistema de fuerza motriz y el de escape, serían las partes esenciales de este reloj mecánico en cuyas mejoras y modificaciones se va a basar toda la trayectoria de la relojería hasta la actualidad, y cuya única función sería controlar el tiempo con la máxima precisión.

Así por una parte, y con relación a la fuerza motriz, el sistema de peso y más tarde, en el s. XV la aplicación de un **resorte** que se enrollaba en espiral; aportarían la fuerza motriz, que se va a

utilizar desde entonces en todos aquellos relojes mecánicos que se montan en las torres o se tienen en las mesas y paredes del hogar así como los personales de bolsillo a partir del s. XVIII o los de muñeca del s. XX. En la actualidad como ya se sabe se ha generalizado la **pila** como principal fuente de energía sustituyendo al resorte en casi la totalidad de los relojes modernos. Aunque por último se esté intentando también la sustitución de estas pilas por un sistema alternativo y menos contaminante.

Por otra parte, y no menos importante nos encontramos con los mecanismos de **escape** en los que, primeramente se utilizaría un sistema de contrapesos, similar al que aparece dibujado por Villard de Honnecourt en su "álbum" de modelos del s. XIII y que estaba destinado a hacer girar lentamente un ángel que marcaba siempre la dirección del sol. Es de suponer que estos sistemas se adaptarían también a los propios de relojería, por ser mecanismos que realizaban funciones semejantes, aplicándose más tarde otras mejoras en la regulación como el sistema de **péndulo**, por Huygens en el s. XVII, que ya sí sería exclusivo del reloj, mejorándolo notablemente en su rendimiento, así como un preciso sistema de muelle en **espiral**, con lo que se pudo reducir su tamaño hasta convertirlo en el de reloj de bolsillo o de muñeca que podemos encontrar en la actualidad. Todo ello significaría un largo recorrido de experimentación con multitud de sistemas, desde la aparición de los primeros relojes, con la principal misión de conseguir la adecuada precisión.

Estos relojes mecánicos que se empiezan a montar hacia mediados del s. XIV como el del castillo de Dover fechado en 1348 o el de Enrique de Vick, montado en París en el palacio real en el año 1370, se empiezan a montar de forma general hacia el 1500, con lo que, en esta fecha, la mayoría de las ciudades ya disponen de uno de ellos, a los que sitúan en lugares accesibles a la vista del público, bien en los muros de los monasterios, en las catedrales o en torres construidas para ese fin. Algunos de ellos simplemente tocaban las horas, o las marcaban en esferas

divididas en 12 o 24 partes. Lo que va a ayudar al mismo tiempo a institucionalizar definitivamente la división del día en 24 horas iguales; como ya desde la antigüedad, habían dispuesto los astrónomos, frente al sistema eclesiástico de las 7 horas litúrgicas, desiguales; normalizándose también durante el s. XIV la división de la hora en 60 minutos, y el minuto en 60 segundos, lo que representaría la regulación científica del tiempo y una base importante para el estudio de la física y la mecánica posterior.

Con estos nuevos relojes, la mecánica no solamente representaría la forma práctica de facilitar una labor de producción, sino que se incorporaría al mundo de la ciencia con la misión importante de medir el tiempo. Algo imprescindible para la experimentación sistemática y la posterior aplicación de las matemáticas. Realmente sin una precisa base de tiempos de la que el científico se pueda valer, sería impensable todo el estudio sobre el movimiento y la mecánica actual.

Personajes como **Galileo** (1564-1642) o **Huygens** (1629-1695), aportaron sus conocimientos para perfeccionar estos sistemas mecánicos de medición, necesarios a la vez para la realización de otros trabajos o experimentos. Precisamente en uno de estos experimentos trabajaba Galileo cuando observo, como al hacer oscilar un peso que pendía de una cuerda, ésta describía un movimiento de ida y vuelta que se repetía y a la vez iba disminuyendo su trayectoria de vaivén hasta que agotado el impulso se paraba, pero a la vez observo que esos movimientos de vaivén a pesar de ser cada vez más cortos en espacio, no ocurría así en el tiempo manteniéndose la frecuencia desde el principio del impulso hasta su parada. De esta forma Galileo deduce la sincronía del péndulo, y Huygens hacia 1657 lo aplica a los sistemas de escape en la relojería, lo que representaría un gran paso en estos relojes mecánicos que a partir de aquí se les podía considerar, auténticos aparatos de precisión.

Con el reloj y su aplicación a la ciencia, se puede decir que la mecánica alcanza otra dimensión; y si los mecánicos de molinos,

fueron los mecánicos de la industria, los mecánicos de relojes serían los mecánicos de la ciencia.

Pero en el caso que nos ocupa; tendríamos que preguntarnos ¿Qué relación habría de los mecánicos con el arte?.



*L*  
*ección de Telogía en la*  
*Sorbona. S. XIV*

#### 3.1.2.2.4 **Mecánica y arte**

Realmente, las relaciones de las distintas disciplinas en la Edad Media son totalmente diferentes de lo que hoy en día pueden representar; y la consideración que de ellas se tenía no tienen nada que ver con la catalogación actual. A grandes rasgos se puede decir que existe una sociedad muy marcada por la diferencia de lo humano y lo divino, que viene a referenciar la idea de diferencia entre las culturas material y espiritual de las que hablamos en un primer momento, y que tanto marcaron a los pueblos primitivos; que la religión es la base o guía de comportamiento, en todos los sentidos: en cuanto al pensamiento racional, y mediante la **Escolástica** asume las ideas filosóficas,

sobre todo, de Aristóteles haciéndolas compatibles con las propias ideas religiosas; en cuanto al plano intelectual, adoptando la enseñanza de acuerdo al antiguo sistema de las siete artes liberales como la globalidad del conocimiento humano, a las que dividía en "**el trivium**" (gramática, retórica y dialéctica) y "**el cuatrivium**" (aritmética, geometría, astronomía y música). En el terreno del arte donde básicamente toda la producción va a estar relacionada con motivos religiosos: la arquitectura para la construcción de catedrales, iglesias, abadías, etc. donde acoger a los fieles; la pintura y escultura para su decoración, con imágenes ilustrativas de la Sagrada Escritura, que ayudarían a entender a la gran masa de fieles, analfabetos casi en su totalidad o la orfebrería para la ornamentación de todo tipo de utensilios utilizados en los actos litúrgicos. En definitiva todo un proyecto de construcción social en torno a la **idea religiosa**.

El hombre siempre ha tendido a vivir en comunidad, a agruparse para sentirse seguro, a desempeñar un papel dentro de esa sociedad; tan solo se distancia de su grupo para buscar recursos que no encuentra dentro del mismo. Se puede decir que el hombre es un ser social por naturaleza, y la disgregación que pudo existir en Occidente después de la caída del Imperio Romano, sería sólo temporal, pues tarde o temprano se tendería al reagrupamiento. Así es que, hacia el s. XII, una vez se fueron consolidando los distintos países, ducados, reinos, etc. se irían formando también los distintos centros de reagrupamientos sociales, desde donde se pudieran dirigir estas sociedades emergentes. Las **ciudades** serían estos centros donde se aglutinarían los distintos poderes, tanto políticos como religiosos, en torno a los cuales se establecería la gran sociedad civil y productora.

El hecho es que, en la segunda mitad de la Edad Media la mayor agrupación de gente en estas ciudades va a propiciar que la sociedad en su conjunto experimente un gran cambio. Las mismas necesidades sociales y cotidianas de estas gentes, bien culturales,

religiosas o alimenticias, van a exigir un gran desarrollo tanto en el comercio, la agricultura, o en la manufactura de todo tipo de utensilios. La misma sociedad ciudadana va a demandar centros culturales, creándose las primeras universidades como la de Bolonia en el s. XI, a la que siguieron Oxford, Cambridge o París en el s. XII, o la de Palencia (primera universidad española, fundada por Alfonso VIII en 1208). Todas ellas bajo la supervisión de la **iglesia**, que propiciará también la creación de los lugares de culto adecuados para acoger la gran cantidad de feligreses que aportaban estas ciudades.

De esta forma y de acuerdo a las necesidades que va a demandar esta nueva sociedad, es lógico que se produzca un gran desarrollo en todos los terrenos, tanto en la producción agrícola y su distribución, con la aportación de numerosas invenciones técnicas en la producción y transporte, a las que ya hemos hecho antes referencia; como en la producción de todo tipo de utensilios manufacturados, necesarios en esta gran sociedad y la consiguiente proliferación de los correspondientes profesionales; así como de los diferentes trabajos artísticos que se llevarían a cabo en las iglesias y catedrales, necesarios para una gran manifestación religiosa y espiritual.

Nos podemos hacer una idea de la cantidad de profesionales que necesitaría esta sociedad emergente, donde cada vez su labor sería más compleja y donde los mismos irían demandando ese protagonismo cada vez más importante a medida que se va consolidando la idea de formación también para estos profesionales; aunque dicha formación, sin ser académica, partiese únicamente de los mismos maestros de los talleres medievales.

Como hemos visto con anterioridad, dentro del terreno intelectual y en lo que a las "**artes liberales**" se refiere, en ningún caso vemos reflejada ninguna que tenga algún tipo de relación con el trabajo manual; en ellas estarían incluidas tan solo, aquellas para el desarrollo de las cuales se necesitase un conocimiento teórico. No obstante, el gran desarrollo de las actividades



manuales y la gran importancia que éstas, empiezan a cobrar para el mundo económico y laboral; hace que al menos algunos estudiosos las empiecen a catalogar, evidentemente con distinta consideración que a las artes liberales. Las "**artes mecánicas**", como las llamaría Hugo de San Victor en el s. XII, serían aquellas que no necesitarían de un aprendizaje teórico para su desarrollo y actividad; en ellas estarían incluidas todas las actividades manuales destinadas a obtener de la materia algo útil para el hombre, y aún estarían muy lejos de ser catalogadas como disciplinas "nobles"; de esta forma cualquiera de ellas, tanto la agricultura como la carpintería, o las mismas artes plásticas que consideramos en la actualidad como pintura, escultura, etc. tendrían la misma consideración, o sea la de **artes serviles**; y los distintos profesionales, simples trabajadores manuales.

A la vista de estas circunstancias no es de extrañar que estas artes plásticas o más concretamente los personajes dedicados a las mismas, en ocasiones, tuvieran entre ellos muy poca relación ya que, a diferencia de lo que ocurre en la actualidad donde la idea de arte, expresión y creatividad se pueden considerar los puntos más importante de conexión, al margen de la materia o tema a tratar; en la Edad Media, a falta de esta consideración actual de arte y artista, nos encontramos de forma habitual con agrupaciones donde los profesionales se relacionan exclusivamente por la manipulación de materiales similares; así nos encontramos con los farmacéuticos al lado de los pintores, a los cuales ayudaban en el preparado de sus pinturas; o bien a los escultores con albañiles u orfebres, con los cuales compartían diferentes materiales en la elaboración de sus obras.

De esta forma, nos encontramos en una sociedad donde los profesionales se agrupan y organizan en los llamados **gremios artesanales** con la idea, no sólo de formar colectivos para sentirse fuertes y alcanzar cierto reconocimiento ante la sociedad, sino para ofrecer aquellos trabajos donde se exigiese cierta especialización

en las tareas y especial preparación profesional ante toda esa enorme producción que exigía una sociedad emergente.

A estos gremios artesanales pertenecían aquellos talleres ocupados de producciones similares; a la cabeza de los cuales se encontraban los **maestros**, que eran los encargados de proporcionar las directrices para la elaboración de cada uno de los encargos que les hacían los promotores de las diferentes obras, tanto privadas como públicas.

Es en este punto donde podemos empezar a establecer una relación de la mecánica con el arte, y no en cuanto a la relación expresiva de una y otro, ya que la mecánica de la época es puramente **productiva** y el arte por su parte se dedicaría casi por exclusiva a la exaltación **religiosa**; teniendo otra vez como en épocas anteriores que acogernos a la idea de **creatividad** como punto de conexión entre una y otra disciplina. En este caso, el punto de conexión lo ofrecerían esos maestros de taller, que serían los encargados de reflejar las ideas, en las obras encargadas; dirigir esas obras para que el trabajo resultase tal y como él entendía y al mismo tiempo transmitir las enseñanzas y el oficio a aquellos alumnos y aprendices que trabajaban a su cargo, de los cuales saldrían los posteriores maestros.

Estamos seguros de que las inquietudes de algunos de estos maestros no sólo se limitarían a trabajos específicos, y aunque en su mayoría no lo fuese así, podemos encontrar manuales donde se mezclan distintas actividades de conocimiento las cuales dominaba el mismo maestro.

Encontramos dos tipos de **manuales de taller**, diferentes en su contenido y complementarios a la hora de su consulta para desarrollar una obra, en toda su extensión: por una parte nos encontramos con un manual casi exclusivamente de tipo técnico que se va a encargar de dirigir una gran diversidad de procesos, que pueden abarcar desde la forma como se funde una campana a la fabricación de un órgano o la elaboración de una pintura al fresco, explicando en cada caso todo el proceso de manipulación y

tratamiento de materiales y herramientas hasta su terminación; y por otra parte el manual o catálogo de modelos a utilizar en cada caso, también en las materias más diversas desde dibujos de personajes bíblicos a planos arquitectónicos e incluso la representación de diferentes artilugios mecánicos.

"**Las diversas artes**" de Teófilo, y el llamado "**Álbum**" de Villard de Honnecourt serían los dos ejemplos más representativos en cada caso de esta época, que se sitúa ya en la Baja Edad Media.

"**Las diversas artes**" es un tratado escrito en la primera mitad del s. XII por un monje, se cree que benedictino, que vivió y trabajó en un importante entorno artístico que podría estar situado al noroeste de Alemania; está escrito en un latín bastante elegante y representa un valioso testimonio de la tecnología medieval europea.

El tratado de "Las diversas artes", está dividido en tres partes: La primera está dedicada sobre todo a la **pintura**, donde trata de cada uno de los colores, así como la preparación de pigmentos, barnices, pegamentos, o la misma preparación de soportes para el pintado (paredes, manuscritos, diferentes útiles a decorar, etc.), así como la aplicación y uso de los diferentes colores; la segunda parte la dedica al trabajo sobre **vidrio**, y la tercera al **metal** aunque en esta parte también se hable de la construcción de instrumentos musicales y la talla de hueso y piedras preciosas.

Como vemos, es un tratado eminentemente técnico, en el que se dedica, sobre todo, a explicar tanto las propiedades y características básicas de los materiales con los cuales propone cada uno de los trabajos, como también los procedimientos técnicos a utilizar en cada uno de los procesos. Incluso en el libro sobre los metales, proporciona las directrices y materiales necesarios para la construcción del taller apropiado en el trabajo sobre dichos metales; desde la construcción de un horno para el fundido, como las diferentes herramientas necesarias para su manipulación (tenazas, cinceles, martillos, etc.).

Nos da la sensación que Teófilo, es un maestro artesano, sobre todo, teórico pero que al mismo tiempo y por su gran capacidad de experimentación ofrece soluciones prácticas, que en todo momento, según asegura en una parte de un pasaje, no hay ninguna de estas soluciones que no haya experimentado con éxito. Pues bien, estas características del tratado, hacen que la catalogación del mismo así como de su autor, sea diferente a la de otros de la época, convirtiéndose, como decíamos en un principio, en uno de los tratados más importantes de documentación técnica medieval. Por otra parte, esta gran capacidad de experimentación, que se puede relacionar directamente con la idea de **creatividad**, así como algunas reflexiones en uno de sus apartados sobre la **expresividad**, en referencia a las respuestas emocionales que experimentan los espectadores ante las artes figurativas, nos haría pensar también en un hombre interesado en la propia función emocional de las artes plásticas; todo ello nos hace pensar en Teófilo como alguien que va más allá de los planteamientos de un simple maestro artesano; incluso el hecho de utilizar citas de autores como Isidoro de Sevilla y otros, nos hacen pensar en la gran formación intelectual de este hombre, que entremezcla todo tipo de conocimientos, con verdaderas ganas de conocer y dar soluciones a todo aquello que pudiera representar un problema de las artes plásticas de su tiempo; y no sólo de las artes plásticas sino también de los problemas mecánicos, que surgen como consecuencia de los trabajos que describe sobre los metales o la fabricación de los diferentes artilugios e instrumentos musicales. Estaríamos frente a uno de los pioneros de lo que podría significar, más tarde, la idea de hombre universal o artista del Renacimiento. Es cierto que de forma muy elemental, pues ya hemos dicho que todo este tratado se centra en los principios técnicos de los procedimientos que va describiendo con todo detalle, sin entrar, salvo de pasada, en otras valoraciones que podríamos relacionar con el arte actual como las estéticas o las expresivas. Sería la primera parte a la cual complementaría otra,

formada por los llamados **álbumes** de modelos, de los cuales el más representativo de esta época, sería el ya citado de Villard de Honnecourt.

Por estos manuscritos de Villard, se puede entender que es un arquitecto o maestro de obra del s. XIII; que trabaja en un gran centro de arte y arquitectura gótico; y que se interesa sobre todo en la construcción de grandes iglesias y catedrales, así como de la elaboración de modelos para la ejecución de pinturas y esculturas, como componentes de toda esa manifestación artístico-religiosa en que se ve envuelto en éste su tiempo.

A diferencia de "las diversas artes" de Teófilo, Villard, parece iniciar su camino a partir de esos tratados técnicos básicos y elaborar otro tipo de manuales donde no enseñen ya esos procesos de preparación de los distintos materiales básicos para la realización de cualquier trabajo, más bien, lo que pretende es dar las directrices de como resolver práctica y estéticamente ese trabajo; para ello realiza una serie de modelos de como se pueden alcanzar esos objetivos, tanto pictóricos, escultóricos o arquitectónicos, y aplicarlos después a la obra que se tiene encomendada. Lo curioso, es que no son modelos que parezcan proceder de la realidad, sino que serían como consecuencia de unos estudios geométricos, con los cuales se podrían conseguir cualquiera de aquellas representaciones tanto de figuras como de agrupaciones. En este caso, nos habríamos encontrado con el típico hombre analítico que intenta transmitir su particular sistema de ejecución y representación; bien porque lo consideraba su ideal medio de expresión; bien porque intentara facilitar la labor a aquellos trabajadores que los debían llevar a la práctica, ofreciendo un método simple y fácil para su ejecución.

Villard, no solamente se ocuparía de estos modelos artísticos para construir y ornamentar las catedrales, sino que también de ocuparía de los diferentes problemas mecánicos que se planteaban en esta época; podemos ver en estos mismos documentos, dibujos que van desde la automatización de una sierra para cortar madera

a partir de un sistema hidráulico; hasta el sistema de escape de un reloj; o el esquema de realización de un pájaro autómatas.

Villard, representaría otro ejemplo primario de lo que más tarde sería el artista del Renacimiento, el cual no sólo estaría interesado en la transmisión y realización de una imagen u obra determinada, sino en algo más profundo que tendría que ver con su propia idea, pensamiento y comunicación de todo lo que le rodea, tanto artístico como técnico. Bajo su punto de vista particular intenta transmitir no sólo esas ideas que le pudieran llegar de otros maestros, sino del resultado de sus propias conclusiones a través de los métodos que él cree más útiles.

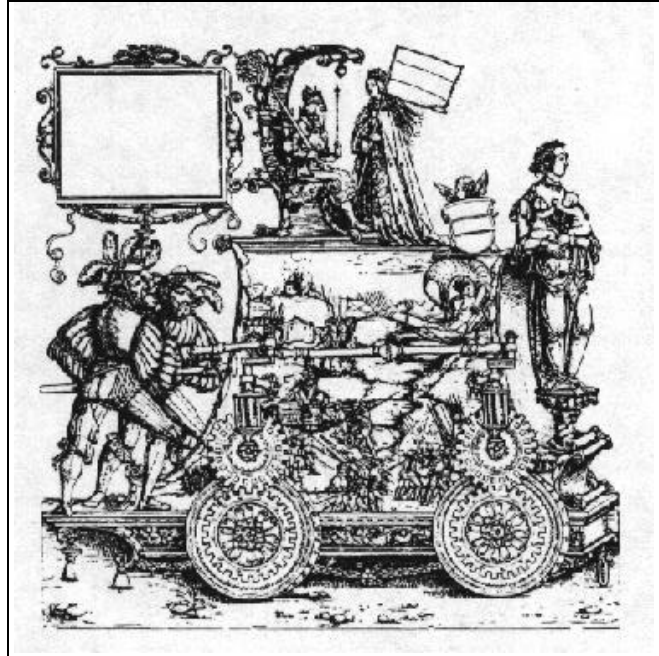
En cualquier caso, estas aportaciones a través del Álbum, no dejan de ser, sin menospreciar su importancia documental, simples patrones para una producción artística o artesanal, dependiendo de la **expresividad** y ejecución final, por parte del artesano. Otra cosa es que podamos considerar o no como artista a Villard de Honnecourt, que evidentemente, en el sentido y la consideración que podemos tener hoy en día, lo podría ser más que aquellos que seguían sus directrices para ejecutar manualmente las obras, ya que él de alguna forma aportaría el principio de **creatividad** mientras que aquellos profesionales que trabajaban de acuerdo a sus indicaciones, podrían ser artesanos más o menos eficientes en el desarrollo de sus cometidos; o algunos incluso podrían aportar algo más aplicando su particular forma de hacer, lo que significaría una dosis de creatividad y un resultado estético y expresivo distinto, por lo cual estaríamos entrando también en terrenos de la consideración artística. En este caso no se trata de valorar estas obras terminadas, que por otra parte ya están catalogadas por la Historia del Arte, en la actualidad; sino de analizar y buscar puntos de conexión, de la **mecánica** con lo que hoy en día consideramos **arte**. Y al mismo tiempo la diferencia en la personalidad de aquellos hombres que además de dedicarse y profundizar en una única disciplina, intentan moverse en otros terrenos que aparentemente podrían

parecer ajenos, pero que, en el caso de poder aportar soluciones abrirían nuevos campos creativos.

Podríamos considerar a Villard de Honnecourt dentro de este modelo de personas que intentan dominar varias disciplinas; cerca ya del artista-ingeniero del Renacimiento; y en general dentro de la corriente del artista analítico; condicionando, de alguna forma, el resultado final al propio proceso y estructura de elaboración; de hecho las soluciones que aporta Villard en sus dibujos, tanto plásticas como mecánicas, son eminentemente descriptivas, sin poner mucho cuidado en la estética. En definitiva la función principal de estos **bocetos** sería la de transmitir soluciones y modelos para la ejecución de los diferentes trabajos encargados a estos talleres góticos del medievo, que debían dedicarse indistintamente a la construcción de una bóveda, la ejecución de un fresco, la fabricación de un autómatas para el reloj de una torre o la automatización de un aserradero.

Este principio de creatividad de los maestros del medievo dedicados a múltiples disciplinas sería el argumento que vamos a utilizar para relacionar el arte y la mecánica de este tiempo, no en su parte final como obras terminadas, sino en sus principios de elaboración como simples ideas que aportan soluciones. El hecho de que estas ideas las pudiese aportar la misma persona, establecería, sin remedio, lazos de unidad e identificación entre ellas; siendo Villard de Honnecourt el maestro medieval que, a la vista del testimonio de su **Álbum**, más pudiera representar esta idea de unidad, entre **arte** y **mecánica**.

*Carroza autopropulsada.  
Hans Burgkmair. El triunfo  
de Maximiliano I, p. 93*



### 3.1.2.3 Renacimiento

Ya definíamos, de alguna forma en el apartado anterior correspondiente a la Edad Media, lo que es el Renacimiento; y decíamos que representa la época del resurgir de las culturas clásicas; esto es el volver a retomar la tradición greco-romana después del largo período desde la decadencia del Imperio Romano hasta el s. XV, a partir del cual se van a producir una serie de acontecimientos, capaces de marcar ese punto de inflexión que puede poner frontera a dos importantes épocas.

Los historiadores consideran que el Renacimiento es una época que abarca aproximadamente los siglos XV y XVI, haciendo coincidir unos, el final de la Edad Media con la caída de Constantinopla en 1453, y otros, con el descubrimiento de América en 1492. Lo cierto es que una u otra fecha no deben ser motivo de polémica; y podemos decir que al margen de las



mismas, la suma de estos dos acontecimientos con otros también importantes como la formación de las nuevas naciones y la fragmentación de la unidad religiosa europea; con todo lo que ello conlleva en cuanto a la formación de diferentes corrientes de pensamiento; así como la invención de la imprenta por Gutenberg en 1448, que va a ayudar a expandir no solo estas nuevas ideas de las distintas corrientes religiosas; sino también aquellas correspondientes al resto del mundo intelectual de la época (literarias, filosóficas, artísticas, técnicas, etc.); todo ello en su conjunto va a hacer que se produzca un gran cambio en todos los órdenes.

Va a haber dos factores decisivos para que se produzca el cambio de pensamiento en el hombre del Renacimiento: por una parte, la polémica creada en torno a las distintas corrientes de pensamiento en que se va a dividir el Cristianismo con sus diferentes teorías; y por otra la llegada de nuevas ideas de los pensadores procedentes del antiguo Imperio Oriental, una vez caído éste en manos de los turcos. Estos intelectuales en lengua griega van a ayudar a que de forma directa se conozcan los múltiples escritos de los antiguos pensadores griegos, sin pasar por cualquier traducción intermedia que los pudiera desvirtuar; como se realizaba hasta este momento: bien a través de las traducciones árabes, o bien después de las interpretaciones escolásticas. Van a ser estos debates en torno a las diferentes posturas los que van a propiciar las diferentes hipótesis acerca de la eterna pregunta en cuanto al misterio de la naturaleza y las nuevas posibles respuestas. Así pues y de forma general podemos centrar la preocupación del pensamiento renacentista en cuatro apartados:

- En **primer** lugar, la recuperación del pensamiento antiguo basado principalmente en las posturas de Platón y Aristóteles; defendidas respectivamente por las universidades de Florencia y Padua.

- En **segundo** lugar, la nueva teoría política en torno a la monarquía defendida por Maquiavelo.
- En **tercer** lugar, la problemática y ruptura religiosa en relación con las distintas interpretaciones de las fuentes del Cristianismo. Mientras Lutero acude a los Evangelios, Calvino lo hace al Antiguo Testamento; en tanto los católicos también establecen diferencias en cuanto a la interpretación de la Biblia: ante los racionalistas que intentan ofrecer una respuesta basada en el propio texto, otra facción se somete a la explicación del magisterio eclesiástico.
- En **cuarto** lugar, y un poco como consecuencia de las otras tres, aparecería la necesidad de dar una nueva explicación a la propia naturaleza.

En el s. XIV, es ya patente una importante **crisis** en la Escolástica, con la consiguiente pérdida de credibilidad en los planteamientos aristotélicos en que fundamentalmente se basaba. Todas las explicaciones sobre la naturaleza que se intentaran dar ya, a partir del s. XV, se van a basar en visiones más amplias, más libres de la influencia eclesiástica y también desde la perspectiva de otros pensadores como Apolonio o Arquímedes. A pesar de todo en **Padua** se intenta ofrecer otra imagen en los pensamientos de Aristóteles más liberados, ya, de las ideas religiosas. Entre tanto en **Florenia** se intentaría argumentar con los planteamientos de Platón, no tan implicado en la etapa escolástica anterior, intentando buscar en éste una nueva explicación religiosa desde los orígenes del Cristianismo, así como su idea sobre la naturaleza; extendiéndose también a Plotino y dedicando por tanto gran interés sobre el punto de vista de la belleza y la concepción armónica del Universo, lo que implicaba dar una especial importancia a las matemáticas como medio para descubrir la estética y la proporción.

En cualquier caso, la idea sobre la naturaleza de Aristóteles en que se basa todo el pensamiento escolástico de la Edad Media, va a dar paso a nuevos caminos, los cuales se van a fundamentar

principalmente en: la magia, la filosofía natural y la ciencia. Caminos que a pesar de ser distintos entre si, se van a encontrar aunque en distinta proporción en las dos teorías que van a predominar en esta época sobre el concepto de **naturaleza**:

- La naturaleza como una totalidad orgánica sin distinción entre seres vivos o inertes, como un gran **organismo**.
- La naturaleza como un conjunto de cosas sometido a leyes mecánicas, como una gran **máquina**.

En el primero de ellos se mezclan sobre todo la magia y la filosofía natural; mientras en el segundo, habrá un claro predominio de la ciencia. En cualquiera de los casos se intentarían dar explicaciones a base de razonamientos, que en el primero de los casos será a base de explicar la naturaleza a partir de ella misma, de sus propiedades ocultas; y en el segundo de los casos, en base a descubrir las leyes que regirían ese mundo mecánico. Los dos en cualquier caso estarían sujetos a la experimentación y a la elaboración de hipótesis; por lo que se estarían creando los cimientos para lo que más tarde se llamaría la **ciencia moderna**.

El término "ciencia moderna", que vendría a significar el cambio de actitud con el cual los científicos van a intentar explicar todos aquellos fenómenos naturales a base de una demostración racional por medio de esas leyes mecánicas a las que hemos aludido con anterioridad, culminaría mucho más tarde con los estudios de Newton (1642-1727). Pero sería en esta época del Renacimiento, con figuras como Copérnico, Kepler, Galileo o Descartes, quienes irían poniendo las bases para el total desarrollo, ya, en el s. XVIII.

Se puede decir, que, los principios básicos para el desarrollo de esta ciencia, y que se van a centrar sobre todo en el período que va desde el nacimiento de Copérnico en 1473, hasta la muerte de Galileo en 1642; van a ser aquellos referidos también a dos términos característicos de la preocupación del momento como son la naturaleza y el movimiento; con la consiguiente pregunta acerca del movimiento de los planetas, las leyes que los rigen, y su

situación en el universo; lo que va a propiciar el desarrollo de la **Dinámica**, como principal apartado de esta "ciencia moderna":

- ***El universo es un conjunto mecánico sometido a leyes: es una "máquina".***

- ***Para el conocimiento de esta "máquina" y sus leyes el instrumento válido son las matemáticas.***

Así pues, nos volvemos a encontrar con términos como máquina y movimiento, que se asocian con la idea de entender la naturaleza; algo que por otra parte será tema común no solo para el mundo de la filosofía de la naturaleza y la ciencia sino también para el mundo del arte.

#### 3.1.2.3.1 Arte y Naturaleza

Se puede decir que el arte del Renacimiento, tal y como lo entendemos en la actualidad y referido en concreto a la pintura, la escultura y la arquitectura, va a iniciar un despegue definitivo hacia otro orden, rompiendo con las otras disciplinas a las cuales se encontraba atado, sobre todo por el pensamiento antiguo y medieval.

Ya hemos hablado en apartados que hacían mención a épocas anteriores, de la situación de los trabajadores de las artes visuales y de la singular catalogación en los diferentes gremios que agrupaban a las diversas **artes mecánicas**, simplemente por la afinidad de los materiales con que se trabajaba o bien por la realización material de un proyecto común. Pues bien, llegaría un momento en que estas relaciones materiales entre diferentes profesionales daría paso a otras relaciones más orientadas hacia problemas de ideas y pensamiento. Así a comienzos del s. XV, en Florencia, ya se reunían de forma regular algunos pintores, escultores y arquitectos para discutir e intercambiar ideas sobre los proyectos y experiencias de cada uno; lo que representaba un gran cambio de orientación de estas artes y, a la vez de unión entre ellas

para conseguir un nuevo proyecto común y capaz de elevarlas hacia otro orden superior.

Debemos tener en cuenta diferentes factores que van a propiciar este cambio en el mundo del arte: Por una parte las necesidades de obras y objetos de arte que se crean los nuevos poderes de una sociedad mercantilista emergente para ostentar de su poder y riqueza; por otra parte la necesidad de los mismos artistas de elevar su trabajo a un mayor reconocimiento.

De una sociedad feudal predominante en la Edad Media se va a pasar a una sociedad capitalista donde los nuevos monarcas apoyados por los grandes comerciantes como los Médicis, van a crear el clima adecuado para que científicos y humanistas desarrollen su labor, así como los artistas que encuentran un mercado mucho más amplio y más "libre" que el que les ofrecía, casi con exclusividad la iglesia, encontrando con estos nuevos y entusiastas patrocinadores el campo abonado para intentar dar un salto no solo cuantitativo, sino, en cuanto, al reconocimiento social e intelectual tanto de su persona como de su obra. De esta forma los artista se ponen al servicio de los nuevos príncipes y comerciantes, allí, donde apareciesen; primero en Italia, después en Borgoña, Flandes, Alemania, etc., siendo en Italia no solo donde se llevaría a cabo la mayor producción de obras de arte sino también el mayor desarrollo de las disciplinas que posteriormente calificaríamos de **bellas artes**, así como los necesarios fundamentos teóricos.

Ya, en el apartado de la Edad Media, hacíamos referencia a ciertos tratados que intentaban servir de guía o muestra a todos aquellos aprendices o profesionales de las artes visuales, con el fin de ofrecer un apoyo gráfico y teórico, para llevar a cabo cualquier representación plástica que pudiera encargarse al taller cualquier cliente; al mismo tiempo también podrían servir como material didáctico para la formación de futuros profesionales y maestros. Citábamos los dos ejemplos más representativos, como eran, **Las Diferentes Artes** de Teófilo y **El Álbum de Modelos** de Villard de

Honnecourt; y hablábamos de la poca referencia hacia una posible fundamentación de la teoría del arte, encontrando casi únicamente datos técnicos y consejos prácticos; lo cual nos puede dar una idea de la situación de las artes plásticas y su estrecha relación con el mundo artesanal.

En el Renacimiento, se va a continuar, en parte, esta tradición de manuales de taller, pero, también va a surgir otro tipo de tratado que no procede ya, de los tradicionales hombres de taller, sino, de las manos de hombres formados en las universidades con amplios conocimientos intelectuales, que también les interesa el arte de forma particular y al cual, pretenden encontrar los suficientes fundamentos teóricos, que lo eleven a la categoría de otras disciplinas consideradas tradicionalmente nobles como la música o la poesía. Pero no solamente se impondrían este compromiso, sino que intentarían a la vez ofrecer soluciones y sistemas racionales para entender y dominar a fondo cada una de aquellas que en la actualidad consideramos disciplinas artísticas.

Podemos encontrar dos claros ejemplos de las correspondientes posturas en dos hombres del s. XV y a la vez de diferente procedencia formativa: Por una parte estaría **Cennino Cennini** formado en el entorno de Giotto y con tradición de hombre de **taller**; y por otra **León Batista Alberti** como el representante del hombre intelectual que se forma en la enseñanza **universitaria**.

El tratado de Cennini (1370-1440) el **Libro dell´arte**, viene a representar una continuación de los tratados medievales nombrados con anterioridad; la estructura es similar al mencionado “Las Diferentes Artes” de Teófilo, y está estructurado en capítulos en los cuales va informando al artista de como tratar los diferentes materiales, así como de algunos consejos en el tratamiento de color en figuras y zonas concretas del rostro; a la vez que de planteamientos generales en cuanto a la formación mediante el método de copia e imitación de obras de un gran maestro, con fin de asimilar su estilo. Sin embargo Cennini

también ofrece otro método de aprendizaje que va a resultar innovador rompiendo de alguna forma con la tradición de los tratados de taller anteriores, y es, al recomendar en algunos casos la imitación de la naturaleza tomando como ejemplo la **misma** naturaleza. en un ejemplo concreto recomienda la imitación de una montaña tomando como modelo una piedra como porción de un conjunto de igual naturaleza de la cual estaría formada también la misma montaña. Se puede decir que es la primera vez que en la literatura de taller surge la idea de imitación de la naturaleza con un **modelo natural** que pudiera transmitir un código visual. Entendiéndose que a partir de estos momentos, en el taller, se empezaría a considerar la **imitación** de la naturaleza, también, como base de las artes visuales.

**Alberti** (1404-1472), va a cambiar totalmente el concepto de arte y del papel del artista en este tiempo. Considera la **pintura**, la **escultura** y la **arquitectura**, como disciplinas interrelacionadas y capaces de separarse definitivamente de sus respectivos gremios artesanales para convertirse por si solas en auténticas actividades de elite para lo cual aquellos que se dedicasen al desarrollo de dichas disciplinas necesitarían de una adecuada y amplia formación a fin de aprender los métodos apropiados para un buen desarrollo de la práctica posterior. Esto que es en síntesis también el proceso de cualquier formación del taller medieval, va a diferir con respecto a él: principalmente en la idea de formación **intelectual** frente a la tradicional formación **artesanal**, para lo cual, en cada uno de sus tratados intentará aportar la suficiente base teórica.

Los **tratados** de Alberti van a romper definitivamente con los otros tratados de taller, tanto en el contenido como en su composición: mientras que Cennini organiza una estructura similar a los tratados medievales en base a los diferentes tipos de materiales y tratamientos, Alberti organiza un programa sistemático y de formación general, más en base a planteamientos teórico-artísticos que a la simple solución técnica; mientras

Cennini aconseja de forma general la copia de un buen maestro para alcanzar una buena formación, Alberti aconseja dominar sus métodos y conceptos (perspectiva, color, composición, etc.). Así en 1435 escribe su primer tratado sobre pintura **Della pittura**, el cual estaría dividido en tres partes o libros, cada una de las cuales explicaría aspectos diferentes para la formación del artista: el **primer** libro trataría principios básicos de óptica y geometría para entender la perspectiva y su aplicación a la pintura; el **segundo** libro describe una breve historia de la pintura, al mismo tiempo que define distintos elementos como: la composición, el color, el contorno y los movimientos expresivos; para terminar con un **tercero** donde habla de la educación del artista, así como de la configuración de un cuadro y de los distintos pasos de que se compone el proceso.

Más tarde aparecería otro tratado de gran extensión dedicado a la arquitectura, **De re aedificatoria** de similar configuración que De architectura de Vitrubio. Y hacia 1465, otro dedicado a la escultura, **De statua**, de contenido mucho más breve. Los tres tratados fueron escritos en latín que también se publicaron en italiano y en ellos va a poner de manifiesto dos términos como **naturaleza** y **belleza** y la importancia que van a representar dentro del concepto de arte que intenta transmitir Alberti.

Ya hemos dicho que la interpretación de la naturaleza se va a convertir en uno de los pilares del pensamiento general renacentista; y en el caso concreto del arte sería su principio básico. Si ya veíamos en el tratado de Cennini, a pesar de sus grandes ataduras con los tratados medievales, la necesidad de la imitación de la naturaleza. Para Alberti esta **imitación de la naturaleza** será el punto principal de lo que él entiende que debe ser el arte; tanto en su tratado de pintura como de escultura, propone la creación de la obra de arte como el resultado que deben ofrecer el pintor o el escultor después de una imitación lo suficientemente convincente de cualquier elemento o situación natural, <<**Los artistas, sean pintores o escultores, pretenden,**



***todos, aunque con técnicas diferentes, el mismo fin; esto es, que el trabajo por ellos realizado aparezca ante quien lo contemple lo más parecido posible a los objetos reales que hay en la naturaleza>>***  
(De statua).

Como Alberti, cualquier otra teoría del arte renacentista estaría en la misma línea; cualquier trabajo teórico o de práctica artística estaría dirigido en ese sentido: la finalidad, es, que el espectador al observar la obra de arte sintiese la sensación de encontrarse ante la misma realidad. Lo que ocurre es que Alberti también introduce otro término como es la “**belleza**” para diferenciar de alguna manera lo que él consideraba, qué naturaleza se debía imitar y de qué forma, <<**Antes de pintar un cuadro, se debe considerar, sobre todo, qué manera y composición serán las más bellas**>> (Della pittura)

Para Alberti la belleza, es, la relación **armoniosa** de cada una de las partes con el conjunto. Mantiene todavía ese concepto clásico de **simetría**, que para nosotros es una simple relación de paridad, y que en el pensamiento clásico representa la existencia de una proporción interna u orden que produce la armonía o belleza de una determinada composición. “**Belleza matemática**”, que podríamos denominar, de la cual se desmarcaría Miguel Ángel que entendía la belleza como algo sobrenatural, imposible de medir o calcular, como un reflejo de lo **Divino**. En realidad tampoco podríamos comparar de forma tan simple el concepto de belleza que ofrece cada uno de ellos ya que posiblemente las definiciones de uno y otro se encuentran en órdenes de uso muy diferentes: mientras que Miguel Ángel hace reflexiones a través de sus poemas en clara relación con planteamientos teóricos de la Academia Platónica de Florencia; Alberti intenta de una forma pragmática ofrecer soluciones para los futuros artistas que deberían imitar la naturaleza de una forma correcta y además conseguir esa sensación de belleza mediante un método concreto. No obstante queda de manifiesto la diferencia con que cada uno

analiza el mismo concepto, en este caso la belleza; y su particular preocupación con respecto al arte del momento.

En general lo que está claro, es el interés de todo artista del Renacimiento en representar la naturaleza lo más parecido posible a la **realidad**. Que el espectador al encontrarse delante de una obra de arte admirase la forma como el artista partiendo de una superficie plana conseguía mostrarle una visión con sensación de profundidad; de como una figura y su representación en movimiento figurado le transmite un estado emocional. En definitiva cualquier objeto, elemento, o situación de la naturaleza; eso sí, según Alberti de una manera **filtrada**, para que aquello que se represente sea una selección del artista, una bella y correcta representación de la naturaleza.

Esta exigencia que se impone el pensamiento renacentista va a hacer que se intenten buscar métodos que racionalicen de alguna forma esas representaciones, tanto de las formas humanas, las cuales exigirían un gran conocimiento de las mismas; como de espacios y formas arquitectónicas, en su exterior o interior, y su representación en profundidad. De esta forma, la **anatomía** y la **perspectiva** empezarían a dar, al arte, ese carácter de ciencia que le separaría definitivamente de esa consideración exclusivamente artesana y manual.

El conocimiento de **anatomía** se haría imprescindible para cualquier artista de este período donde la representación humana era tan importante; pero en este caso la mayor aportación de conocimientos y aprendizaje no vendrían por parte de las universidades, que seguían un tanto ancladas en sus métodos escolásticos: se supone que deberían impartir conocimientos sobre todo, a los futuros médicos con el fin de conocer el cuerpo humano a fondo y suficiente, para poder curar a sus enfermos, en cambio debían entender que no servía para nada, centrándose, sobre todo, en las enseñanzas teóricas en base a los textos de Galeno; por el contrario el taller del artista se constituiría en el lugar más adecuado, donde se pudiera llevar a cabo esta labor de

recopilación de todo tipo de datos y estudios anatómicos; es conocido que muchos artista, como Leonardo, hicieron varias disecciones de diferentes cuerpos humanos. Alberti no va tan lejos limitándose a hacer algunas observaciones sobre anatomía; más dirigidas a la belleza en la proporción de los miembros y a la adecuación de la musculación de diferentes cuerpos a la determinada edad y complexión; un cuerpo de un filósofo no se podía representar como el de un atleta. No obstante en su tratado de pintura, nos hace saber de la necesidad del conocimiento anatómico interno <<...**en caso de una figura vestida, tenemos primero que dibujar el cuerpo desnudo debajo y después cubrirlo con ropas; así, al pintar un desnudo, deben primero acoplarse los huesos y los músculos, y después cubrirlos con carne y piel de tal manera que no resulte difícil percibir las posiciones de sus músculos**>> ; como vemos, Alberti aunque no profundiza mucho no se olvida de la importancia de la anatomía; pero a lo que sí da realmente importancia, es, al estudio y conocimiento de la perspectiva.

La **perspectiva** será el otro gran término asociado al Renacimiento, donde la superficie pictórica se empieza a ver de otra manera. De la forma como se veía en la Edad Media, como una superficie opaca, donde se trasladaba el modelo; pasamos a otro concepto totalmente distinto, donde la superficie del cuadro se convierte en una superficie transparente donde se pueden apreciar las distintas profundidades de la escena. Alberti en su tratado de pintura nos da una definición muy semejante <<**como una ventana abierta, a través de la cual se contempla el asunto que ha de ser pintado**>> .

En realidad en muchos talleres del s. XIV ya se hacían representaciones del espacio en perspectiva; aunque, sin los criterios científicos que se instaurarán en el Renacimiento, así es que, se puede decir que más que la creación de un proceso, sería más correcto calificarlo de finalización o culminación; siendo **Filipo Brunelleschi** (1377-1446), arquitecto, el que primeramente

sistematizó una correcta representación en perspectiva. Más tarde, Alberti, en base a esta perspectiva desarrolló un sistema más fácil y entendible, para los pintores poco versados en formulaciones matemáticas; publicándolo en su tratado de pintura, el cual, dedicó principalmente a Brunelleschi, con el que tenía una gran relación.

Pero quien llegaría a alcanzar la mayor precisión matemática sería **Piero della Francesca** (1420-1492) en su tratado **De prospectiva pingendi**, que es, posiblemente el tratado de mayor precisión científica de la perspectiva focal.

Leonardo por su parte asume todos estos trazados geométricos, pero establece observaciones no solamente sobre los gradientes de tamaño dependiendo de las distancias, sino también de la pérdida del color y definición de los contornos de las figuras, lo que podría entrar un poco en contradicción con las precisiones matemáticas un tanto más difícil de establecer con esos contornos imprecisos de medir. Estaríamos ante la **perspectiva aérea** y el famoso **sfumato**. Pero dejemos la perspectiva y la anatomía, a la que antes hacíamos referencia, como temas, que no nos deben interesar en exceso en este trabajo donde intentamos relacionar el mundo de la mecánica con el mundo del arte; y que por otra parte, serían motivo por sí solos también de sendos trabajos específicos.

Algo que sí debemos también citar en este contexto del Renacimiento, a parte de considerar el tratado de Alberti como el primer tratado completo y sistematizado de la teoría renacentista del arte; y el intento por parte de éste de la unificación de criterios que pudieran unir las diferentes formas de arte que él consideraba como la pintura, la escultura y la arquitectura. Serían también los intentos por parte de los propios profesionales de cada una de las disciplinas de elevar a cada una de ellas por encima de la otra; para ello estos profesionales, en su mayoría procedentes de los talleres como el caso de Leonardo, intentarían a través de sus famosos escritos de **paragone** (comparación), principalmente entre

pintura y escultura, justificar el porqué una es superior a la otra. Aunque el primer paragone vendría dado no tanto en cuanto a la comparación de las estas dos artes visuales, que, sería un debate posterior, cuando estas disciplinas ya gozaban del beneplácito de la consideración de disciplinas respetables, sino, de cuando todavía se intenta justificar por parte de Alberti y sus contemporáneos la necesidad de una elevación de estas artes sobre las consideradas artes mecánicas entre las cuales se encontraban durante la Edad Media. Esta necesidad hace, primero, que se intenten establecer comparaciones con otras disciplinas, que son ya, aceptadas como venerables; entre ellas la poesía a la cual se intenta comparar la pintura. Se recuerda la máxima de Horacio: <<**Como la pintura, así también es la poesía**>>; incluso se recuerda el paralelismo que establece Aristóteles por parte del teatro y la pintura, donde la trama es el dibujo y los colores los personajes. Por su parte Leonardo incluso proclama a la pintura como superior a la poesía, estableciendo comparaciones similares en cuanto al desarrollo y finalidad, pero diferenciando en cuanto al elemento receptor que en el caso de la pintura sería el sistema **visual** del observador; al cual, considera superior, en todo momento, al propio sistema **auditivo**, que se utiliza para la percepción de la poesía.

En el caso de la pintura y la escultura, los seguidores de una y otra disciplina exponen distintos argumentos: mientras **Cennini** establece una superioridad de la escultura, argumentada en la mayor importancia de las **múltiples** visiones que ofrece una escultura frente a la **única** visión que ofrece una pintura <<**la escultura es siete veces superior, porque una estatua debe tener ocho lados de visión y todos ser igualmente buenos**>>; en tanto **Leonardo** argumenta a favor de la pintura y en contra de esta propuesta, infravalorando el trabajo material del escultor frente al trabajo intelectual que debe desarrollar el pintor para crear esa escena de ilusión que debe suplantar a la propia realidad <<**La pintura es, por ello, un asunto de análisis mental superior...obliga**

***a la mente del pintor a transformarse en la mente misma de la naturaleza, convirtiéndose en intérprete entre naturaleza y el arte***>>. En cualquiera de los casos y mirándolo desde el punto de vista actual debemos decir que, al final, la competencia entre ambas y el gran número de escritos o paragones, con el fin de establecer superioridades de una respecto a otra, no solamente las elevaría individualmente de categoría social e intelectual tanto a las propias disciplinas como a los profesionales que las practicaban sino que contribuiría en general a enriquecer y establecer una auténtica teoría renacentista del arte; algo que también hicieron los teóricos que intentaban encontrar puntos de conexión entre las diferentes artes visuales; en contra de las tesis de la comparación donde se establecen diferencias siempre con el fin de encontrar la superioridad de una sobre otra; de lo que se trataría es de agrupar y elevar juntas, las diversas artes visuales.

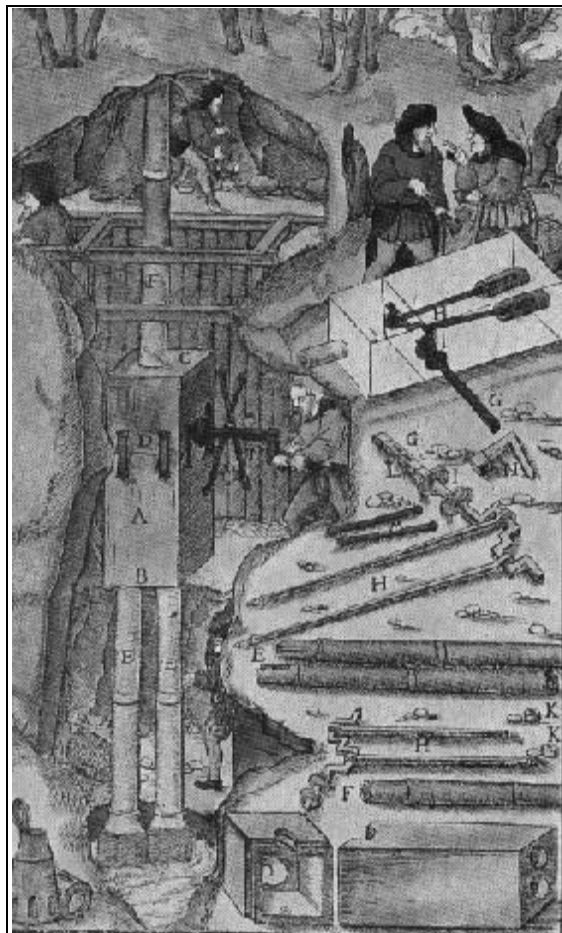
Ya, Alberti, en su tratado de pintura había calificado a la pintura y la escultura, de igual categoría, aunque los medios utilizados y los fines fueran distintos. Pero quizás el que más intercedió para ese fin sería **Vasari** quien en 1550 publica la primera edición de una gran obra, "**Las vidas de los más ilustres arquitectos, pintores y escultores italianos**"; donde por una parte establece las lógicas diferencias, más que nada, descriptivas, en cuanto a la finalidad y los diferentes materiales y técnicas que emplean cada uno de los artistas; correspondientes, a la vez con la disciplina propia de cada uno; y por otra parte, la falta de diferencias en cuanto a la posible supremacía de cualquiera de estas disciplinas respecto a la otra. Lo que viene a demostrar en una segunda edición de 1568 en su apartado de "introducción a la pintura" cuando intenta establecer la idea del **dibujo** como vínculo o elemento de conexión entre las tres artes, ya, desde el mismo encabezado de la edición: <<**En vista de que el dibujo, padre de nuestras tres artes, arquitectura, escultura y pintura...**>>. Está clara, la importancia que Vasari concede al dibujo como punto en común; considerándolo como principio y soporte de las tres

disciplinas, al mismo tiempo que, sí, establece diferencias con las otras artes donde el dibujo no estaría presente, como la música o la poesía. De esta forma agruparía a la pintura, la escultura y la arquitectura en las llamadas **arti del disegno** (artes del dibujo). Y sería, tanta la importancia de esta agrupación en torno al dibujo, que en 1563 tomaría la iniciativa de fundar en Florencia la **Accademia del Disegno** (Academia de Dibujo) para la formación de los futuros pintores, escultores y arquitectos, que quedarían agrupados en torno a la nueva idea del arte del Renacimiento; de esta forma, si con anterioridad, a la vista de los tratados de Cennini y Alberti se consideraba a la naturaleza como elemento base de la primera teoría renacentista del arte; en el s. XVI, con ese primer concepto ya claro, y en base a los fundamentos de Vasari; se podría hablar de la teoría renacentista del arte como: **una teoría de las artes del dibujo**.

En resumen podemos ver ya, como, en el s. XVI se van a establecer vínculos mucho más claros de las artes visuales frente a la comparación y las rencillas profesionales del s. XV, que de alguna forma también resultarían lógicas por parte de unos profesionales que intentarían defender sus propios intereses frente a la competencia, y más en un momento de un profundo cambio de ideas y al mismo tiempo de una gran demanda del producto artístico; que en cualquier caso, también, se encontraría la parte positiva de esta competencia del paragono entre los diferentes talleres; y por otra parte la importancia de los teóricos humanistas en cuanto a la clarificación y clasificación de las artes visuales, su agrupación en torno al dibujo y su separación de aquellas otras artes a las que en principio se quisieron comparar utilizándolas como trampolín, como la poesía y la música, que ya gozaban de nobleza y prestigio; hasta, conseguir su propio prestigio y la teoría argumental suficiente para convertirse también en **artes nobles**, y elevar al mismo tiempo la consideración social y profesional de los hombres que se dedicaban al desarrollo de estas disciplinas y que durante tanto tiempo se les había negado.

*Georgius Agricola. De re metallica*

Ilustración de un sistema de bombeo, para drenar una mina.



### 3.1.2.3.2 Mecánica y arte

Sin duda el mundo del arte va a sufrir una gran transformación en el Renacimiento, pero no así el mundo de la mecánica la cual va a seguir sujeta al hecho práctico y en base a las propuestas clásicas y prácticamente a los mismos mecanismos conocidos en la Edad Media con ligeras modificaciones y



utilizando las mismas fuentes de energía (animal, hidráulica y eólica), lo que suponía un cierto agotamiento de sus posibilidades.

En cierta medida se produce un hecho paralelo, entre la mecánica y lo que hoy en día consideramos arte como la escultura y la pintura. Por una parte es un hecho paralelo en cuanto a la consideración que se tiene en la cultura clásica y medieval de todas estas disciplinas, englobándolas, en el gran grupo de **las artes mecánicas**; por otra parte, hablábamos también de como, a partir del Renacimiento, las artes visuales se intentan despegar definitivamente del resto de las consideradas artes mecánicas para situarse en otro orden al lado de las denominadas artes liberales como la poesía o la música. En teoría sí se produce este gran salto cuando se dota a estas artes de los apoyos teóricos necesarios; lo que ocurre es que, como casi siempre, los grandes cambios no se producen de forma radical y sí paso a paso a lo largo de estos dos siglos conservándose durante este período la lógica relación entre todas estas disciplinas, que durante mucho tiempo conviven en los tradicionales talleres y por supuesto también como trabajos comunes a una misma persona como es el caso de Brunelleschi o Leonardo, por lo que podemos decir que aún en el Renacimiento vamos a encontrar una gran relación del arte con la mecánica, incluso se puede decir que de forma más acusada, ya que la propia mentalidad del hombre del renacimiento como hombre universal y el artista en particular, como, investigador y ávido de conocimientos de todo lo que le rodea va a hacer que esa relación del arte con la mecánica se incremente sobre manera en este período sobre todo a través de estos hombres calificados de **artistas-ingenieros**.

Pero el hecho paradójico se produce cuando esas mismas ideas, que, inducen a los artistas al conocimiento de la mecánica con lo cual se tendería a una mayor colaboración; también, hacen que en manos de los científicos de la naturaleza se abran nuevos caminos de separación hasta que en el s. XVII definitivamente se van a crear también las bases científicas necesarias para que surja

la **Dinámica**, como ciencia y como parte de la Mecánica que se va a encargar del estudio del movimiento.

En este punto deberíamos distinguir entre dos ideas de mecánica, de forma similar a las dos ideas de arte que se tiene antes y después de la teoría renacentista, como son: por una parte el concepto artesanal ligado a un simple proceso mecánico; y por otra parte el concepto intelectual ligado a la consecución de otra finalidad, científica, expresiva, etc. Esto hace que la mecánica también siga un proceso paralelo al de las artes visuales, pero con una diferencia en el tiempo de aproximadamente dos siglos durante los cuales van a convivir de una u otra forma en algunos talleres y algunas personas para separarse drásticamente con la aparición de la ciencia moderna y la nueva concepción del Universo; el cual, se representaría como una gran máquina sujeta a las leyes de la mecánica, de la cual también formaría parte la Tierra que sería un planeta más y en continuo movimiento.

El estudio de este movimiento de la Tierra dentro de una gran máquina a la cual se debería dar un sentido, y no sólo al concepto astronómico del movimiento del Universo y todos sus planetas, sino al simple comportamiento de cualquier móvil sobre la Tierra, va a hacer que hombres como Copérnico, Galileo o Newton eleven también a la mecánica a otro orden superior, de la misma forma como Alberti, Brunelleschi o Piero della Francesca hicieron con el mundo del arte. Pero ese concepto de la mecánica como ciencia es algo que se escaparía a partir de aquí del sentido que nosotros estamos buscando en cuanto a su relación con el mundo del arte, por lo que entraremos a analizarla desde el punto de vista concreto de la máquina como artilugio o artificio con una finalidad práctica; al mismo tiempo que los puntos de conexión de la misma en los trabajos de diferentes artistas del Renacimiento. Por lo cual, debemos diferenciar en este período dos caminos diferentes de la mecánica: aquel que representaría el embrión de la ciencia moderna y aquel que vendría a continuar la tradición medieval que

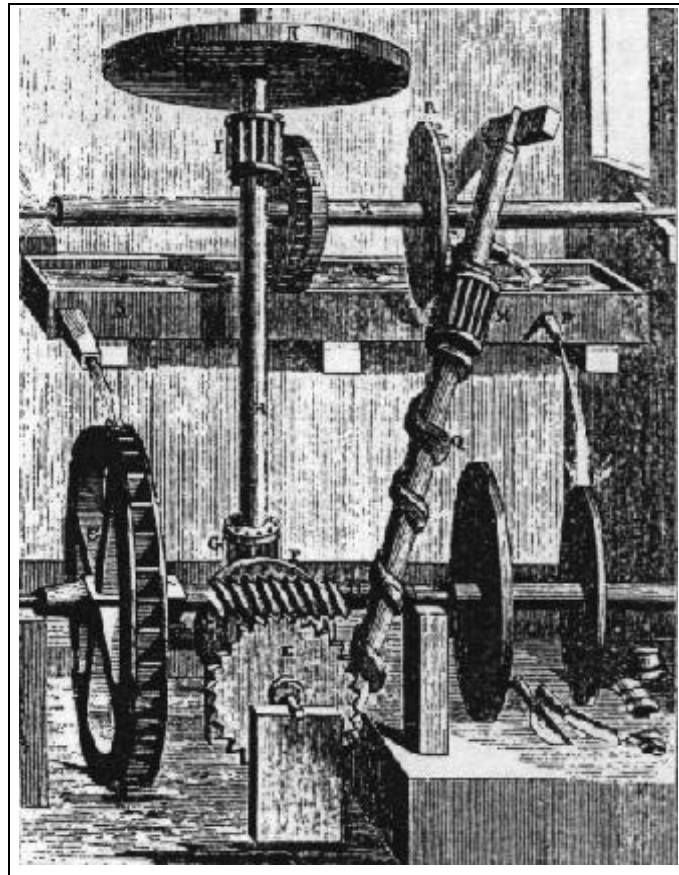
de alguna forma lo relaciona con el mundo del arte, en el cual nos vamos a centrar.

Primeramente debemos decir, que, la máquina durante este período no va a experimentar un gran desarrollo y que, el mundo artesanal y productivo se va a basar en las máquinas conocidas y utilizadas ya, en la Edad Media. En realidad no se producirían grandes cambios, ni en cuanto a mecanismos simples tales como palancas, ejes de transmisión, engranajes, levas, manivelas, etc., ni en cuanto a la utilización de nuevas fuentes de energía motrices; eso sí, se potenciarían todos estos mecanismos simples al igual que la utilización de las tradicionales fuentes de energía, sobre todo las hidráulicas y eólicas, desarrollando máquinas más complejas y específicas a ciertas funciones y demandas de esta nueva sociedad del Renacimiento.

Por otra parte, nos encontramos con esa gran relación del arte con la mecánica en el Renacimiento; sobre todo por parte de las múltiples actividades de los talleres, donde los profesionales de la pintura, la escultura y la arquitectura, mantienen un gran vínculo con los problemas mecánicos que se plantean en esos momentos, por lo tanto, cuando los artistas trabajan sobre sus obras y a la vez intentan relacionar a sus trabajos con conceptos matemáticos o geométricos. Muchos de ellos también los aplican a la mecánica por medio del estudio y diseño de nuevas máquinas que ayudarían a solucionar problemas que se plantea esa nueva sociedad. Debemos recordar que al margen del nuevo concepto de la teoría del arte que se empieza a gestar en esos momentos por parte de los humanistas; los talleres, que estaban estructurados en base a una gran tradición medieval, se dedicaban a producir y trabajar en un campo muy amplio que abarcaba todo tipo de actividades, desde el amurallamiento de una ciudad, a la construcción de una torre con su reloj, o al abastecimiento de agua de la misma por medio de canales, esclusas o cualquier artilugio mecánico que ayudase a elevar el agua con grandes desniveles del terreno.

Por otra parte, de forma paralela a la publicación de los diferentes tratados teóricos acerca del arte, aparecerían también multitud de tratados sobre temas relacionados directamente con la mecánica y las

máquinas, que no sólo ayudarían a dar otra dimensión al mundo artesanal de la maquina, empezandose a relacionar también con el mundo de la ciencia; sino, que nos dejarían un gran testimonio gráfico de la situación real de la mecánica de este período y su estrecha relación con el mundo del arte.



*Henry Dirchs. Perpetuum mobile, p. 40.*  
Ilustración de un móvil perpetuo del s. XVII.

### 3.1.2.3.2.1 Máquinas

Ya hemos dicho que la máquina en el Renacimiento a pesar de los contactos con la ciencia se quedó un tanto anclada, sobre todo, en lo que se refiere a innovaciones o mecanismos que pudieran representar un gran salto del sistema tecnológico; se seguirían utilizando las mismas fuentes de energía y prácticamente los mismos elementos o mecanismos simples que se heredaron de la Edad Media. El molino de viento y la rueda hidráulica seguirían siendo los sistemas fundamentales para la obtención de energía motriz; los ejes, engranajes y correas, los encargados de transmitir esa fuerza motriz; y las levas, las bielas y manivelas, los encargados de su transformación y adecuación a cada función específica. A pesar de todo, sí se hicieron algunas innovaciones que ayudaron a potenciar estos mecanismos tradicionales; en concreto, el molino de viento, se va a ver beneficiado con mejoras en cuanto a aportación de fuerza motriz que no se van a superar hasta la aparición de la máquina de vapor.

Uno de los mayores problemas mecánicos que se le presento a estos antiguos molinos medievales era la necesidad de aprovechar el viento dependiendo de la velocidad y la dirección; este problema se solucionaría con la construcción de estructuras o edificios móviles que se orientaban según las condiciones de esos vientos; pero el problema, es, que estos edificios no podían pasar de determinadas dimensiones con lo cual el rendimiento resultaba limitado. Para solucionar este problema, a finales del s. XV se desarrolla en Italia el molino que se puede denominar de **torreta**, el cual, estaría compuesto por un edificio fijo y una torreta superior móvil; la cual, podía desplazar todo el mecanismo de aspas hasta la situación más correcta, pudiéndose construir molinos mucho más grandes, lo que supondría también un mayor rendimiento. También se mejoraría el diseño y la posición de las aspas para captar el menor soplo de viento, dándole al eje la inclinación más correcta; así como, un sistema de freno y palancas

para el control de la velocidad y posición de las muelas. Sistemas que aún podemos apreciar hoy en día en algunos de los molinos manchegos que todavía se conservan.

En cuanto a los sistemas de transmisión podemos destacar un mecanismo nuevo que se incorporará desde entonces hasta nuestra mecánica actual; sería un mecanismo ideado por **Jerónimo Cardano** (1501-1576), médico, filósofo, matemático y físico italiano que posibilitaría la transmisión del movimiento rotatorio entre dos ejes con un cierto ángulo; al mismo tiempo también proporcionaría el soporte adecuado para las brújulas o cualquier otro sistema de navegación que requieran de una permanente posición de horizontalidad. El sistema consistiría en una cruz en cuyos extremos alternativos se enlazan por medio de horquillas, los ejes o elementos a unir; y el nombre por el cual se conoce es el sistema **cardan**, que lo podemos encontrar en cualquier medio de transmisión que requiera un cambio de dirección, como, en las ruedas directrices de nuestros coches actuales.

Otro apartado importante donde se realizan innovaciones sería en las mismas **máquinas-herramientas** dedicadas a la fabricación de diferentes mecanismos que formarían parte a su vez de los distintos tipos de máquinas. Sabemos que hasta el s. XVIII, el material más empleado para la construcción de todo tipo de máquinas era la madera; los molinos de viento, las ruedas hidráulicas, las prensas, las ruelas, los barcos, incluso los engranajes y los tornillos eran de madera; por lo cual se debía facilitar también la fabricación de estas máquinas, sobre todo aquellos mecanismos como los tornillos, que ofrecían una cierta laboriosidad y dificultad por la precisión que de ellos se requería. Para ello el francés **Besson** presenta su **Teatro de Maquinas**, un tratado publicado en 1569 donde se describen diferentes máquinas herramientas para trabajar la madera; sobre todo, cabría destacar las innovaciones que realiza sobre los tornos, introduciendo algunas modificaciones que van a mejorar el rendimiento de los que se empleaban hasta la época; una de ellas

sería la inclusión de un **mandril** o mordaza para sujetar la pieza que se trabajaba, al cual se le aplicaba la fuerza motriz, frente al sistema tradicional en el cual la pieza se sostenía por dos puntos; aplicándola directamente el movimiento giratorio. Otra innovación importante sería la presentación de un nuevo torno que mecanizaba la función del roscado de tornillos, con lo cual ayudaría a liberar a los artesanos de su tallado a mano; consiguiendo al mismo tiempo mayor precisión en su acabado.

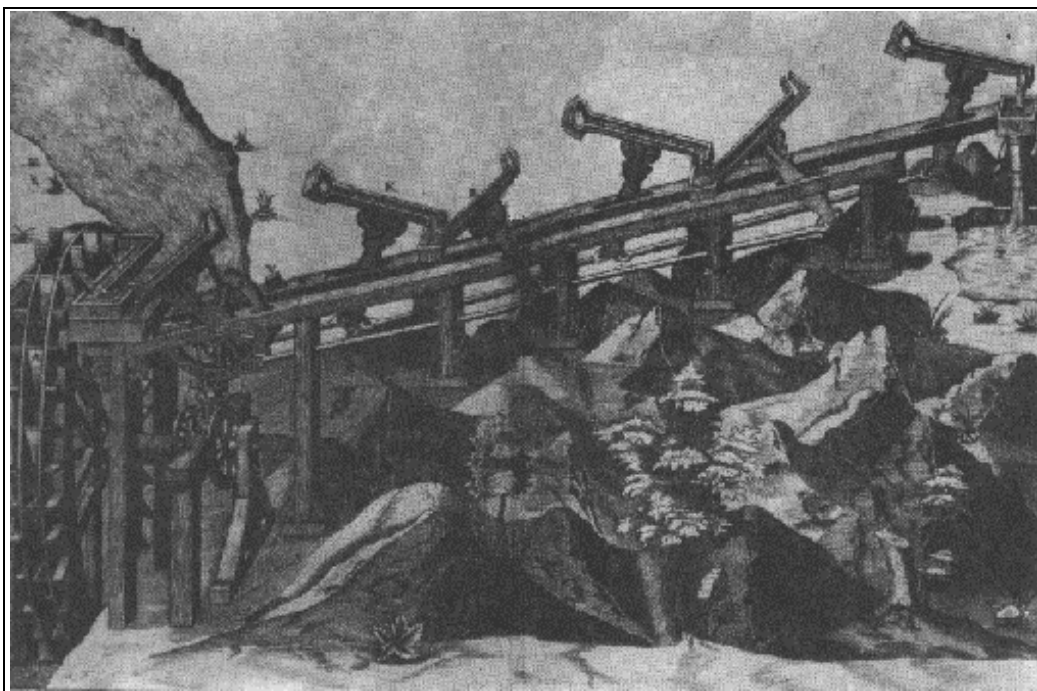
Pero quizás donde más se progresase en la mecánica de esta época, es en el mundo de la **minería y la metalurgia**, donde se produjeron grandes inversiones, sobre todo en Centroeuropa con la explotación de las minas de Salzburgo, Hungría, Silesia, Estiria y Bohemia entre otras. Todo ello quedaría reflejado en los múltiples tratados que aparecen en este tiempo, también ayudado por la nueva imprenta, que ofrecen todo tipo de explicaciones e ilustraciones sobre cada una de las actividades que se llevan a cabo en la mina. Podemos destacar la **Pirotechnia** de Biringuccio como el primer libro impreso dedicado a la metalurgia, publicado en 1540, o **De Re Metálica** del alemán Agricola que se publica en 1556, un año después de su muerte, y al que se considera el manual de minería más completo durante los dos siglos siguientes; esta publicación va a coincidir con la gran explotación minera que se estaba llevando a cabo en la América Central y del Sur, y va a ayudar a los mineros a resolver todo tipo de problemas técnicos, ofreciendo una amplia descripción gráfica de las herramientas y mecanismos necesarios para el trabajo de la mina; para ello contratará a pintores que van a ofrecer unas curiosas ilustraciones a modo de representaciones teatrales de cada una de las actividades, donde aparecen expuestas las máquinas y herramientas necesarias para dicha actividad; además, por medio de unos cortes figurados del terreno consigue crear diferentes espacios dentro de la misma ilustración, representando al mismo tiempo el espacio interior y el exterior de la mina donde debía enclavarse el mecanismo; al mismo tiempo que consigue la

descripción de la máquina a base de la representación de despieces, cortes y transparencias. De esta forma podemos ver y entender el funcionamiento de diferentes tipos de máquinas de arrastre y elevadoras, así como de las empleadas para el lavado y triturado de los minerales, estas últimas consistente en una especie de martinets parecidos a los usados en la forja; siendo la rueda hidráulica el mecanismo más utilizado para la aplicación de fuerza motriz, a todo este tipo de máquinas que requerían de un gran esfuerzo para su funcionamiento.

Otro apartado importante dentro de los trabajos que se realizan en las minas y que complementa al propio de la extracción de minerales, sería la ventilación y desagüe de las galerías; funciones imprescindibles para que dicha extracción de los minerales se llevase a cabo de la forma más cómoda y segura, partiendo de la propia penosidad y peligrosidad de estos trabajos; para ello también describirá diferentes métodos y tipos de bombas, que insuflarán aire y aspirarán agua en cada uno de los casos.

Este apartado de las bombas y de otros diferentes mecanismos de aspiración y elevación de agua, tendría también bastante importancia en diferentes campos, ya que aparte de la labor que podían realizar en las minas, también se aplicaría a los diversos sistemas que se van a utilizar para el suministro de aguas que en esos momentos demandaban las ciudades. El ejemplo español más cercano lo tenemos en el complicado mecanismo que suministro a Toledo de las aguas procedentes del Tajo durante casi medio siglo (1569-1617). Este artilugio en cuestión, sería ideado y puesto en marcha por Giovanni Torriani (1500-1585), un cremonés conocido en España por Juanelo Turriano que entró al servicio de Carlos I, para el que realizo ingeniosos autómatas y relojes, pasando, a la muerte del emperador al servicio de Felipe II, quien en 1566 le encarga el proyecto de elevación de las aguas del Tajo hasta su residencia del Alcázar.



*Sistema elevados de aguas. Agostino Ramelli. Dell Artificiose Machine*

**El Artificio de Juanelo** como se le conoce popularmente, debía elevar el agua salvando un desnivel de unos 100 metros y hacerlo trazando una hipotenusa de un figurado triángulo rectángulo sobre el terreno de alrededor a los 300 metros. Para ello primeramente utilizó dos ruedas hidráulicas con dos funciones diferentes y complementarias: una sería básicamente la que se encargaría de suministrar el agua y la otra de mover todo el intrincado mecanismo de elevación. La primera de ellas movería a su vez una noria de cangilones que iba elevando el agua hasta un depósito a gran altura desde el cual y mediante una conducción con una pequeña inclinación se trasvasaría a otro depósito, situado en la parte inferior de una torre llamada de cazos, la cual elevaría ese mismo agua hasta su depósito superior, que provisto de otra conducción lo trasvasaría a la próxima torre, repitiéndose así el

mismo procedimiento hasta las 24 torres de que disponía todo el sistema. Mientras, la segunda rueda hidráulica, por medio de un sistema de biela-manivela, transmitía un movimiento oscilante que mediante balancines provocaban el movimiento de vaivén de los grupos de cazos basculantes que vaciándose unos en otros iban elevando el agua desde el depósito inferior hasta depósito superior de su torre correspondiente. En total dispondría de 24 torres y 192 cazos que suministrarían cada 24 horas sin parar, alrededor de 17.000 litros de agua.

Al igual que en Toledo, también, se construyeron en otras ciudades diferentes tipos de sistemas elevadores como el de Augsburgo, citado ya en 1548, que es posiblemente el más antiguo. En Londres también se instalaría uno en 1582 que elevaría el agua del Támesis por medio de bombas, y en París un poco más tarde en 1608; aunque, el más importante de estos artilugios se construiría ya en 1682 por el mecánico holandés Swalm Renkin, para regar los jardines de Versalles, el cual debería elevar el agua salvando la colina de Marly de 160 metros de altura y una longitud de desnivel de 1196 metros. Este sistema que utilizaría el mismo tipo de transmisión de fuerza motriz al de Juanelo mediante la rueda hidráulica, el sistema de biela manivela y los balancines oscilantes; difería notablemente en el apartado de la propia elevación, utilizando varios grupos de bombas aspirantes-impelentes; proporcionando un enorme caudal de 5.700 metros cúbicos al día.

A pesar de la variedad de los diferentes sistemas utilizados y de la multitud de tipos de bombas y válvulas que se desarrollan en esta época, los sistemas mecánicos básicos de los elevadores van a diferir en muy poco a parte de la magnitud física que se pudiera requerir en cada caso. **Agostino Ramelli**, al servicio del rey de Francia y de Polonia, publica en París, en 1588 su tratado “**De diversas y artificiosas máquinas**”, uno de los tratados de máquinas más importantes de esta época en el que se describe al menos cien ejemplares de bombas, veinticuatro molinos, además

de sistemas de arrastre, elevación de pesos con gatos y grúas; y por supuesto elevadores de agua de cazos y bombas, similares a los descritos con anterioridad.

Lo importante a destacar de Ramelli no es en sí la construcción material de estos artilugios como Turriano o Renkin, que de hecho posiblemente se quedaron en meros proyectos; tampoco como Agrícola que elaboraba un completo manual práctico y sistemático para la solución de los problemas de la mina; en el caso de Ramelli, no le preocupa en exceso la realización efectiva de sus proyectos; más en la línea de Leonardo está interesado en la idea de creatividad, investigar por investigar, crear por crear, ofrecer soluciones a sus propios planteamientos; al igual que Alberti o Brunelleschi, para el arte, él intenta también dar soluciones a la mecánica por medio de las matemáticas y la geometría; intenta reflejar en su tratado la idea de la mecánica como el puente de unión o el escalón que convierte al hombre primitivo en civilizado, como la fuente del progreso; al contrario de la actitud tradicional de los filósofos que la veían como un arte vil e indigno, como cualquier otro proceso manual. En este sentido se adhiere también a la idea expuesta por otros contemporáneos como Agrícola en su tratado **De re metallica** de 1556 y Guidobaldo en su **Mechanicorum libri** de 1577, donde uno y otro hacen una férrea **defensa** de las artes mecánicas y en contra de la baja e indigna consideración que de ellas se pudiera tener.

Guidobaldo del Monte (1545-1607) entiende la naturaleza como algo a la cual se puede dominar; en paralelo a Alberti y los pintores de su época que intentan ofrecer y representar cualquier visión de la realidad tridimensional por medio de la simulación y efectos engañosos que traspasan de alguna forma el estado natural, Guidobaldo también intenta traspasar ese estado natural con los efectos artificiales que el hombre consigue por medio de las máquinas; lo que representaría también como en el caso de la pintura de un esfuerzo intelectual: << **Así, pues, el ser mecánico e**

***ingeniero es oficio de persona digna y señoril, y mecánico es voz griega que significa lo hecho con artificio para mover, como por milagro y fuera del humano poder, grandísimos pesos con pequeña fuerza; y, en general, comprende todo edificio, mecanismo, instrumento, grúa, cabría, o cualquier ingenio ideado con maestría y construido para tales efectos y otros infinitos semejantes, en cualquier ciencia, arte y ejercicio.***>> ( Le Mekaniche, s.n.)

En general, todos estos tratados vendrían a refrendar la idea de la necesidad de las artes mecánicas para el desarrollo de la ciencia, y de la aplicación de un método para entender y dominar el mundo de las máquinas; lo que por otra parte vendría a abundar en el eterno dilema de la interacción del mundo manual con el intelectual, del experimento y el razonamiento. Dilema que se empieza a despejar a partir del s. XVII, donde hombres como Galileo pondrían las bases para el nacimiento y total desarrollo, con Newton de lo que más tarde se llamaría la **Ciencia Moderna**. Y la mecánica, sería elevada a la categoría de ciencia.

Entre tanto, durante los siglos XV y XVI la mecánica tradicional, destinada a la labor exclusivamente productiva, seguía unida a los talleres artesanales en los cuales también se desarrolla el mundo del arte; a pesar del salto que estaría dando éste hacia el terreno intelectual.

#### 3.1.2.3.2 Artista-Ingeniero

El artista ingeniero, sería, una de las figuras características del Renacimiento que vendría a representar el puente o la transición de la figura del maestro artesano de la Edad Media hacia los estados superiores en que se convertirían posteriormente el arte y la ingeniería.

Posiblemente, en esta época es donde más cerca han estado lo que hoy en día consideramos las **Bellas Artes**, de la mecánica; aunque no, en el sentido que nosotros estamos intentando justificar, como es la relación directa con el arte donde la máquina se convertiría en

un elemento puramente expresivo y dejando al margen esa función mecánico-productiva para la cual se crea en un primer momento. Lo cierto es, que, su relación viene proporcionada por la propia estructura de los talleres artesanales, los cuales funcionan, no sólo como talleres de todo lo que en este tiempo se considera arte sino también, como auténticos laboratorios industriales. En ellos se forman pintores, técnicos, escultores, constructores de máquinas, ingenieros o arquitectos; y se puede aprender a pintar, esculpir, construir fortificaciones, bóvedas y canales, fundir bronce, tallar piedras, construir relojes, aprender cálculo, anatomía, óptica, perspectiva, geometría, etc., en definitiva son lugares que van a actuar como un auténtico crisol donde se van a relacionar tanto la actividad técnica, como el saber científico; el trabajo manual con el intelectual; así como las diferentes actividades que en ellos se desarrollan, encontrándonos con personajes como Brunelleschi, que además de arquitecto, constructor de relojes y fortalezas, orfebre y escultor, técnico en construcciones mecánicas e hidráulicas; también se dedica a elaborar teorías sobre las proporciones y la perspectiva. En realidad, y volviendo a la idea de relación de arte y mecánica, no estamos proponiendo a la máquina de esta época como elemento que se relacione directamente con el concepto actual de **arte-mecánica** y que además lo podamos aplicar a una obra cinética de un escultor del s. XX; lo que proponemos es la idea de interacción que se lleva a cabo en estas disciplinas aparentemente tan distintas, por personajes que trabajan tanto en unas como otras y que lógicamente vuelcan sus ideas que son afines en unos y otros proyectos; en definitiva, si en épocas anteriores hablábamos de la **creatividad** de algunos hombres como nexo de unión de la mecánica con el arte, en este caso, ya no sólo la creatividad sino los diferentes proyectos, pictóricos, escultóricos, mecánicos, arquitectónicos, etc., correspondientes al mismo hombre, harían patente esa estrecha y singular relación. Así nos encontramos con artistas como el mismo Brunelleschi, Ghiberti, Ghirlandaio o Donatello que proceden de la orfebrería y dedican su tiempo a diferentes disciplinas; o Dureró también dedicado a la geometría descriptiva y las fortificaciones; y por supuesto Leonardo da Vinci como máximo exponente de estos artistas-ingenieros

del cual nos ocuparemos con especial atención y, sobre todo en lo referente con el mundo del movimiento y las máquinas como elementos que se relacionan directamente con el tema a tratar y que se engloba dentro de una idea general que podríamos denominar como **Arte-Movimiento-Mecánica**.

*Ala batiente. Códice Atlantica, 844 a.*



### 3.1.2.3.2.2.1 Leonardo da Vinci (1452-1519)

Cuando, en general hablamos de arte, movimiento y máquinas, nos pueden parecer términos un tanto inconexos, ya que en la actualidad, al arte lo vamos a asociar rápidamente con determinadas formas de expresión como pueden ser la pintura, la escultura, etc.; al movimiento lo vamos a relacionar con un elemento propio de la física; y cuando hablamos de máquinas, evidentemente vamos a pensar en el elemento productivo por excelencia. En cambio cuando hablamos de Leonardo da Vinci automáticamente empezamos a relacionar los tres términos. Se puede decir que Leonardo se va a convertir en el personaje histórico que más va a representar esta conexión entre términos aparentemente tan distantes y que nosotros también intentamos relacionar para dar sentido a este trabajo; conexión que no se llevará a cabo, en los términos que nosotros pretendemos considerar como **obra cinética** hasta que en el s. XX surja primero la idea, por parte de algunos artistas como Léger o Picabia de convertir a la máquina en un elemento expresivo y protagonista a la vez; y yendo aún más lejos, por parte de otros como Calder o Tinguely, al utilizar también sus propios movimientos como función expresiva. Hasta entonces quedaría un largo recorrido; y la máquina, aún en Leonardo tendría sobre todo un componente funcional, al margen de la traducción física del estudio de las fuerzas y el movimiento en que también estaría comprometido. Así pues, debemos considerar en Leonardo diferentes aspectos relacionados con el arte y la mecánica; y tratar el tema de las máquinas desde un punto de vista particular y diferente al de aquellos que lo pudieran hacer desde la idea partidista que proporciona una disciplina determinada como pudiera ser el Arte por una parte y la Ingeniería por otra.

Evidentemente las máquinas de Leonardo deben ser tratadas desde estos dos planos diferentes, pues aunque en un principio el mismo Leonardo realizase los proyectos para que pudieran desarrollar una clara función **productiva**; estos mismos proyectos,

desde un punto de vista artístico se convertirían a su vez en una importante **obra gráfica**. En nuestro caso deberíamos tener en cuenta ambos aspectos para poder relacionarlos y encontrarles un espacio que nos sirviera como base para una implicación real de la máquina y su funcionamiento dentro del mundo del arte.

Leonardo da Vinci, se puede decir que es un personaje universal del cual deberíamos destacar determinados aspectos para poder entender en general toda su obra y en particular la relacionada con el mundo de las máquinas, que es el tema que nos ocupa. En primer lugar, debemos decir que es un hombre que se empieza a formar en el típico taller **cuatrocentista**; lo cual implicaba una educación que abarcaba todas las actividades manuales, mecánicas y artesanales a las cuales se dedicaban estos talleres; en el caso de Leonardo sería en el taller de Verrocchio de Florencia, hasta 1482 y en él, aprendería junto con el trabajo de pintor y escultor, conocimientos de mecánica para la construcción de los diversos artilugios propios de la época; relacionándose constantemente con las técnicas propias de la pintura y la escultura, como con los materiales y útiles empleados en las construcciones mecánicas; así, tanto, podría utilizar las brochas o los cinceles; como las palancas, los tornillos o los muelles; en definitiva, realizaría una amplia formación en toda aquella actividad que se englobaba en las consideradas, por entonces, **artes mecánicas**.

En el aspecto personal, debemos decir que Leonardo corresponde al tipo de personas insaciables que poseen una gran capacidad creadora producto a la vez de una gran inquietud, que le lleva a investigar sobre todo tipo de cuestiones que le rodean y, por supuesto de una gran capacidad de trabajo que le ocupa y alterna entre todas esas múltiples cuestiones que se plantea. Por todo ello, primeramente partiendo desde su gran formación artesanal en el taller donde aprende a valorar la práctica y la experiencia; y después su continua búsqueda de soluciones en base también a los pensamientos teóricos que le puede



proporcionar la ciencia; provocan en Leonardo esa simbiosis entre la práctica y la teoría, la mecánica y el intelecto, en definitiva la totalidad que más tarde pondría de manifiesto la “ciencia moderna”. De esta forma y de acuerdo a su propia vigencia y pensamiento defiende las dos posturas, teórica y práctica como necesarias y dependientes la una de la otra: por una parte nos habla de la necesidad de la práctica, <<**Pero a mí me parece que las ciencias que no han nacido de la experiencia son vacuas y plenas de errores, pues la experiencia es madre de toda certeza...**>> (Tratado de pintura, 33).

Por otra parte nos habla de la necesidad de la teoría, <<**ninguna certeza hay donde no se puede aplicar alguna de las ciencias matemáticas o de las que van unidas a las matemáticas... quienes se enamoran de la práctica sin la ciencia son como pilotos que navegan sin timón ni brújula, por lo que nunca saben con certeza hacia donde marchan.**>> (Tratado de pintura, 77).

En definitiva nos encontramos con un hombre de principios formativos de clara proyección de los típicos talleres medievales pero con una clara vocación humanística hacia el nuevo hombre renacentista.

Otro aspecto importante a destacar en Leonardo, típico también del hombre renacentista, sería la defensa de las artes visuales, y más en concreto de la pintura a la que en todo momento intenta defender como ciencia para elevarla definitivamente a la categoría de las artes liberales; aunque de forma distinta a como lo haría Alberti que proveniente de una formación universitaria hace una defensa por igual tanto de la pintura como de la escultura y la arquitectura, intentando elevarlas en bloque hasta estas artes nobles; en cambio Leonardo, seguramente por su condición en cuanto a sus principios formativos del taller, primeramente haría una defensa a ultranza de la propia disciplina con la cual más se identifica, en este caso a favor de la pintura, en contra de otras a las que podía considerar rivales en ese ámbito gremial de los talleres cuatrocentistas y a

través de los llamados tratados de **paragone** o comparación, para terminar comparando y elevando la pintura sobre las mismas artes liberales como la propia poesía, <<**Yo te recuerdo que no te molestes en hablar con las palabras, sino en círculos, o si bien prefieres demostrar algo con palabras a los oídos y no a los ojos de los hombres, habla de sustancias o de naturalezas y no te inmiscuyas en cosas propias de los ojos procurando darles paso a los oídos, porque te verás superado por la tarea del pintor**>> (Tratado de pintura, 7).

Con este texto y en clara referencia a la comunicación visual intenta elevar la tarea de la representación figurativa sobre la palabra; pero como vemos en un párrafo posterior, también va a establecer diferencias prioritarias de la palabra <<**La pintura presenta a los sentidos las obras de la naturaleza con mayor verdad y certeza que las propias de palabras o letras, si bien éstas representan las palabras con mayor verdad que la pintura**>> (Tratado de pintura, 24).

Está claro que, Leonardo, a pesar de ensalzar, en un primer momento, las artes figurativas por encima de la palabra; no se cierra en ningún momento a cualquier otro tipo de ideas, y de hecho a partir de 1487 va a dedicar gran parte de su obra a la palabra escrita, que alterna con dibujos y proyectos de todo tipo, y que va a representar prácticamente toda su vida creativa; para hacernos una idea de la importancia de su obra **escrita**, se piensa que las siete mil páginas que se conservan solo representan la mitad o un tercio de lo que escribió. Y todo ello, en su condición de **iletrado** (sin expresarse en latín), como él mismo solía decir.

• Con todo este precedente, nos encontramos con un hombre:

- De una formación artesanal completa.
- De una gran capacidad creativa.
- De una gran ambición de saber y conocer.
- De una gran capacidad de trabajo y esfuerzo.
- De una mente totalmente abierta.

- Que reparte su vida artística en cuatro períodos:
  - **Florentino** (1452-82), en período de formación.
  - **Milanés** (1483-99), al servicio de Ludovico el Moro.
  - De vida **errante** (1500-16), Mantua, Venecia, Florencia, Milán.
  - **Francia** (1516-19), en la corte de Francisco I.
- Que desarrolla múltiples actividades como:
  - Pintor.
  - Escultor.
  - Arquitecto.
  - Ingeniero.
  - Etc.

Y que se podrían hacer análisis de cada una de sus facetas, de sus períodos o de cualquiera de sus actividades; y encontraríamos materia suficiente para desarrollar otras tantas tesis. En este caso nos vamos a ocupar casi exclusivamente a la influencia que pudiera tener con sus máquinas en el desarrollo de una posible corriente **maquinista**, dentro del mundo del arte posterior. Para ello sería interesante analizar el desarrollo de sus máquinas desde diferentes aspectos que podrían ser:

- Desde un punto de vista meramente funcional.
- Desde un punto de vista totalmente científico.
- Desde el punto de vista de obra gráfica.

En cualquiera de los tres casos vamos a encontrar puntos de conexión, ya que estamos hablando de la misma persona, que por otra parte, parece; según sus trabajos reunidos en los códices que se conservan; salta de un tema a otro con relativa facilidad abandonándolos y retomándolos dependiendo de las múltiples ideas y soluciones que iría encontrando como producto de su gran capacidad de trabajo e investigación, sobre diferentes temas a la vez.

Nosotros en cualquier caso intentaremos diferenciar, y dentro de lo que se refiere a las máquinas estos diferentes aspectos señalados.

### 3.1.2.3.2.2.1.1 Máquinas productivas

A pesar de que nosotros vamos a hacer una diferente consideración en las máquinas de Leonardo, es evidente que en esta época toda la actividad relativa a estos artilugios estaba encuadrada y dirigida casi exclusivamente hacia el sistema de producción; llámese producción a cualquier actividad donde se pudiera mejorar de forma notable la eficacia, tanto en el campo civil como en el militar. En este punto, debemos dejar clara la postura de Leonardo respecto a su trabajo y su propia consideración sobre estas máquinas y las artes mecánicas donde están enclavadas. Y debemos decir que él sigue considerando de similar forma, la estructura que diferencia a las artes mecánicas y las artes liberales, salvo en lo concerniente a las artes figurativas y sobre todo a la pintura, de la cual hace una defensa férrea para elevarla al estatus de ciencia. En este campo se puede decir que se encuentra ya, un terreno abonado, donde sobre todo Alberti ha insistido y ha puesto las bases para el ascenso a artes liberales tanto de la pintura, de la escultura y de la arquitectura. Por lo tanto, las máquinas, todavía para Leonardo seguirían perteneciendo al terreno meramente productivo, por lo menos, hasta que se empieza a plantear ciertos problemas físicos como la fuerza, el movimiento o el desplazamiento aéreo; y, a los que pretende dar solución con diferentes sistemas mecánicos. Todavía, no había llegado el momento, para que la mecánica formara parte de la ciencia. Y a pesar de que, en este sentido, se pueda considerar a Leonardo un auténtico científico de la mecánica, está claro que él establecía diferencias entre lo que se podría considerar esta mecánica científica, y la mecánica productiva que aprendió en su formación de taller y que intentó poner en práctica en diferentes proyectos de máquinas civiles, con distintas funciones: en muchos casos textiles, o en máquinas herramientas, como alisadoras, laminadoras, cinceladoras, etc.; así como en el terreno

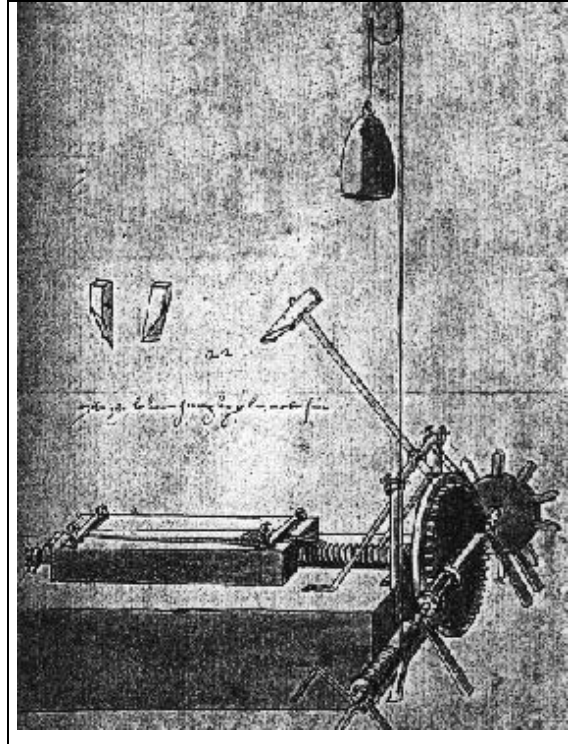
militar, cuando prestaba sus servicios a Ludovico el Moro o César Borgia, para lo cual proyecta gran cantidad de artilugios, tanto de defensa, como de ataque y asedio, ofreciendo diferentes modelos de catapultas, ballestas, cañones, plataformas de asalto y defensa, etc.

A pesar del gran número de proyectos de máquinas que presenta Leonardo en los códices, y las múltiples soluciones para la mejora en esas determinadas labores; se ha puesto de manifiesto, por diferentes estudiosos del mundo de la técnica, que Leonardo en el terreno de la práctica no aportó gran cosa; pues, no se tiene constancia de que alguno, de toda esta infinidad de proyectos, se llegaran a realizar en esa época; bien por cuestiones económicas o bien por cuestiones de pura viabilidad práctica o funcional; incluso, en lo que se refiere a la posible aportación científica, también, se manifiestan de forma muy crítica, algunos estudiosos como J.H. Randall o G. Sarton, afirmando que el desarrollo de la técnica habría sido la misma sin Leonardo, o que no existe ninguna aportación científico-teórica en los códices que no se supieran ya por entonces en el plano de la ingeniería italiana. Lo que sí es cierto es que nadie como él supo plasmar sobre el papel esas ideas mecánicas, que aunque no se llevasen a la práctica, sí que nos sirven hoy en día como documentación importante de la preocupación y posibilidades de la técnica del Renacimiento. También es cierto que a pesar de ciertos reproches hacia Leonardo sobre el posible aprovechamiento de las múltiples ideas mecánicas de otros ingenieros contemporáneos y su representación en los códices, debemos decir en su defensa que en ningún momento parece querer aprovechar la "patente", para su protagonismo, ya que de acuerdo a la forma en que están representados, nos da más la sensación de su utilización como base de estudios e investigación para una posible mejora; o para, mediante alguna modificación, poder utilizarlo en otra aplicación.

Un ejemplo significativo que podría ilustrar la mecánica de Leonardo, desde los diferentes aspectos que estamos tratando,

podría ser el dibujo de la **Macchina per intagliare lime** o máquina automática para cincelar limas representada en el código **Atlanticus**. En primer lugar debemos decir que es un dibujo que destaca por su representación plástica, lo que va a provocar que analicemos la máquina como algo más que desde un punto de vista meramente funcional; mirándola, ya da igual que funcione o no funcione, lo importante es su representación. Éste sería el principal valor de esta máquina para nosotros, aunque, para el propio Leonardo fuese simplemente la representación gráfica de una idea; bien es cierto, por el cuidado en su tratamiento a diferencia de otros dibujos, pudiera ser posible que sirviera como representación final de un diseño para su "comercialización". Por otra parte si analizamos el sistema mecánico veremos que en él, no aporta ningún nuevo mecanismo que no se conociera ya, en la época, y básicamente lo que hace es unificar diferentes sistemas para conseguir una determinada función, que a pesar de resultar una máquina sencilla a simple vista, resulta todo un compendio de la mecánica de la época: desde un sistema de manivela que actúa a la vez sobre la carga de un peso y un piñón de jaula de ardilla; éste transmite el movimiento giratorio a una corona dentada de cuyo centro surge un eje en forma de tornillo sin fin, que desplaza en su giro, una plataforma donde iría sujeta la lima. A la vez el mismo eje de la manivela mueve un tambor de levas que actúa sobre un martinete donde se monta el cincel correspondiente para el acanalado de la lima.

*Máquina para cincelar limas.  
Códice Atlantico 24 a.*



Después de todo este intrincado de mecanismos, si lo analizamos detenidamente, y a pesar de que algunos analistas dudan del funcionamiento de la misma por entender que faltaría la representación de algún mecanismo que la gran rueda dentada impediría su visión, se podría decir, a ciencia cierta, que no existen tales mecanismos y que con los que están representados es suficiente para su funcionamiento; otra cosa es dudar de la eficacia de la máquina que es donde sí se podría encontrar la falta de viabilidad para su fabricación y puesta en servicio, siendo ésta, otra de las características, criticables o no, que podríamos destacar en las máquinas de Leonardo.

Quizás el aspecto más curioso que pudiéramos destacar de esta máquina, es la duda en la escala de representación de su

tamaño. Si la analizamos con detenimiento, y la comparamos por la referencia de otras máquinas, donde aparecen hombres accionando manivelas, nos daría la sensación de que se trata de una gran máquina a la cual las limas que conocemos le vendrían un tanto pequeñas; y más que servir para un posible cincelado de las mismas, y siendo muy mal pensados, hasta, se podría utilizar en una cámara de torturas. Desde un punto de vista sobre la eficacia de la potencia del golpe no se entiende cómo, con esa escala de representación y tomando como referencia la misma lima, se podría, con un brazo de palanca limitado del martinete-cinzel y con su propio peso, ejercer una acción suficiente como para poder ranurar la lima. Si pensamos en una mayor escala y nos imaginamos a un hombre accionando la manivela desde el suelo y a dos manos, nos podemos imaginar también una plataforma móvil, por lo menos, de dos metros y un suficiente brazo de palanca del martinete-cinzel para poder, en este caso, propiciar secuenciales y certeros golpes. En cualquier caso estas mismas dudas van a ayudar a acrecentar más el interés y el misterio de las máquinas de Leonardo, que, después de rebasado el análisis racional de su funcionamiento y existencia, nos va a transportar al terreno de la abstracción.

A pesar de que hablamos de máquinas funcionales, deberíamos ser más precisos y hablar de mecanismos funcionales en máquinas ideales. Paolo Rossi critica la actitud de Leonardo precisamente por esta condición de ideal o fantasía de la máquina las que califica de ocasionales y pasajeras, proyectadas como juguetes para entretener en las fiestas; y no con espíritu de progreso para aliviar al hombre de los esfuerzos de los duros y pesados trabajos, <<**No es casual el que Leonardo se preocupase más de la elaboración que de la ejecución de sus proyectos; se interesó más por las máquinas como resultados y pruebas de la inteligencia y de la genialidad humanas que como medios de efectivo dominio sobre la naturaleza**>> (Los filósofos y las máquinas, 37).



Podríamos discrepar de esta afirmación de Paolo Rossi, sobre todo en su parte final donde habla de la intención o no, de dominio sobre la naturaleza. ¿Que más dominio sobre la naturaleza se podría pedir que intentar vencer la fuerza de gravedad y elevarse por los aires; o buscar las claves del movimiento perpetuo?. Lo cierto es que, si para los estudiosos de la mecánica, las máquinas de Leonardo no tienen especial significación, y nos referimos al conjunto de mecanismos como unidad que conformaría una determinada máquina para una función también determinada; sí que tendrían importancia esos mecanismos individuales que en su conjunto componen todas esas máquinas; sobre todo por esa misma idea de distinción entre **máquina-mecanismo**, que no se viene a establecer hasta la teoría mecánica de Leupold en el s. XVIII y que Leonardo ya diferencia con claridad en los **Códices de Madrid** encontrados en 1965; que se van a considerar como un auténtico **tratado de mecánica aplicada y teorías mecánicas**, donde enumera, por lo menos, veinte mecanismos simples, de los veintidós posibles que establece el alemán Reuleaux en su moderna teoría de la mecánica en el s. XIX. De ahí la importancia de que Leonardo ya en su tiempo hubiera establecido claramente esa diferencia entre **máquina-mecanismo** y el tratamiento por separado que hace de éstos y las múltiples aplicaciones de cada uno de ellos para la configuración en su conjunto y en combinación de las diferentes máquinas.

Es impresionante la cantidad de mecanismos que Leonardo refleja en sus códices, ofreciéndonos una auténtica relación documentada de los conocimientos de mecánica aplicada de la época y de las inquietudes por entonces del mundo de la tecnología. Tecnología totalmente ampliada y depurada de aquella procedente de la Edad Media, pero que aún seguía anclada por el condicionante de una fuerza motriz apropiada.

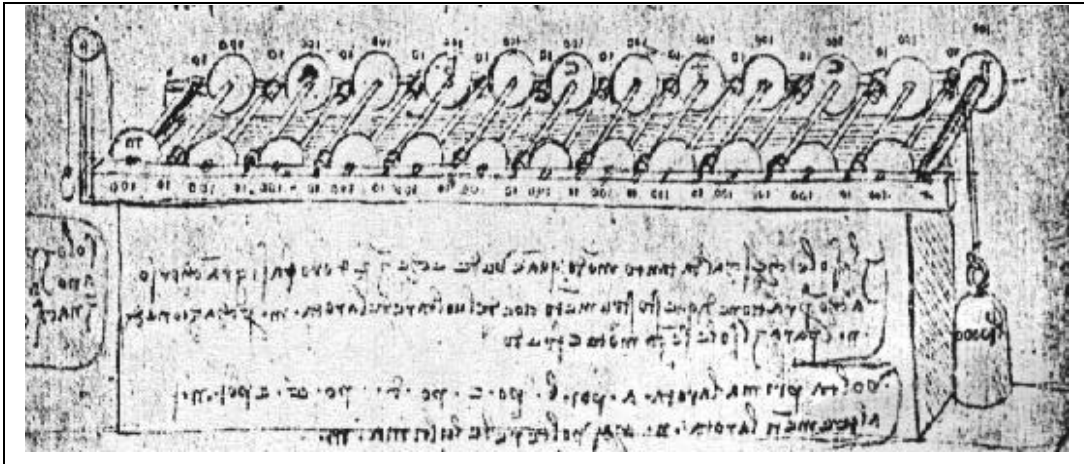
Prácticamente toda la fuerza motriz que Leonardo pensaba aplicar a sus máquinas, se basaba en la fuerza animal o del hombre a través del tiro, la manivela o mediante la carga de pesos y

torsiones que en su recuperación aportarían esa fuerza motriz necesaria para su funcionamiento. Mecanismos, éstos de pesas, muy utilizados en el funcionamiento de los relojes mecánicos que en esta época se investigan con interés; o de la misma máquina de cincelar limas descrita con anterioridad.

El elemento **motor** o fuerza motriz sería el principal problema con que Leonardo se pudiera encontrar, a la vez que el mayor freno a la realización de sus proyectos; para él, el motor de explosión y eléctrico, productos de la combustión interna y la electricidad serían un futuro desconocido imposible de imaginar; su concepto de creación de energía se confundía con el de transformación; y la potenciación de la fuerza muscular sería la base de toda esa transformación.

En el plano teórico experimental, cuatro son los elementos básicos para Leonardo: la fuerza, el movimiento, el peso y la percusión <<***La fuerza con el movimiento material y el peso con la percusión son las cuatro potencias accidentales con las que todas las obras de los mortales tienen su ser y su muerte***>> (Códice Arundel).

En estos cuatro elementos va basar también el estudio proyecto-práctico de todas sus máquinas; incluidas las consideradas utópicas como la voladora o la de movimiento continuo que deberíamos revisar desde otro punto de vista, muy diferente al del mero hecho productivo.



*Sistema de ruedas para multiplicación matemática. Codice Atlántico 83 r.*

### 3.1.2.3.2.2.1.2 Máquinas científicas

Establecer una diferencia en las máquinas de Leonardo, y clasificarlas como productivas o científicas puede resultar una tarea un tanto compleja, ya que tendríamos que establecer a la vez, una frontera en el pensamiento del artista-ingeniero; y por otra parte habría que definir también las bases de lo que se va a considerar o no, productivo o científico. Podríamos considerar como máquinas **productivas** aquellas cuya finalidad sería la de facilitar al hombre cualquier labor donde se requiriera un gran esfuerzo a la vez que una gran producción; y máquinas **científicas** aquellas destinadas al estudio y explicación de los diferentes conceptos y fenómenos físicos, que por entonces eran difíciles de explicar y dominar; tales como la fuerza y el movimiento, o las causas que los podrían producir, a través de un empuje, un tirón o un golpeo, etc. En realidad estaríamos definiendo y diferenciando otra vez el concepto de máquina y mecanismo; algo que parece estaba muy claro en el pensamiento de Leonardo: la máquina como elemento unitario y con una finalidad determinada sería la **máquina productiva**; el mecanismo individual que forma parte de la máquina y que transmite, transforma y controla la fuerza y el

movimiento, sería realmente la **máquina científica**. En realidad, todo el pensamiento maquinista de Leonardo contendría de forma unida las dos ideas, diferenciándolas y utilizándolas indistintamente separadas o unidas según su conveniencia.

En un ejemplo fácil podremos establecer estas diferencias, si comparamos las funciones de una máquina simple como la palanca, que es a la vez uno de los mecanismos también más simples de transmisión y transformación de fuerza y movimiento. La diferencia consistiría en el hecho material y práctico de la utilización de este sistema para el levantamiento de cualquier peso con un esfuerzo menor que si lo hiciéramos directamente; o el hecho científico e intelectual del estudio de la misma en cuanto a las diferentes posibilidades según la conformación de sus componentes como son el punto de apoyo y los brazos de potencia y resistencia; lo que proporcionaría los datos científicos necesarios para una mejor función y aprovechamiento. Tal es el caso, de muchos mecanismos descritos por Leonardo, como sus estudios sobre balanzas, poleas, engranajes, tornillos, etc., y las ventajas o conveniencias en su utilización para transmitir multiplicar o reducir la velocidad o la fuerza del movimiento y que él, significa con sus propias palabras, *<<Aquí se demuestra la naturaleza del tornillo y de su palanca y cómo aquél deba emplearse para tirar más que para impeler; y cómo tiene más fuerza siendo simple que no doble y delgado más que grueso, siendo movido por una igual longitud de palanca e igual fuerza. Y así se hará un poco de discurso sobre los diferentes modos en que puede emplearse y de cuántas maneras pueden hacerse tornillo sin fin; y cuantos movimientos se hacen sin tornillo que realizan propiamente oficio de tornillos; y de qué modo el tornillo sin fin se acompaña de las ruedas dentadas y cómo deban emplearse a la vez muchos tornillos. Y se hablará de la naturaleza de sus matrices y si son más útiles con muchos dientes o no. Y se hablará de los tornillos retorcidos y de los tornillos que con un mismo tirar empujan y tiran el peso, y de tornillos que, con una sola vuelta que se les dé, harán*

***dar a su matriz muchas de sus vueltas circulares. Y así muchísimos de sus efectos, y varias fatigas, y fortalezas, y tardanzas, y prestezas. Y se dará razón de todos sus oficios y naturaleza y materias y palancas y utilidad. Y se dirá en qué modo deben hacerse y el modo de hacerlos trabajar y de los engaños que se han producido por no conocer su naturaleza. Y tales instrumentos figurarán en gran parte sin su armazón ni otra cosa que pueda impedir al ojo de quien los estudia, luego se hablará de estas armazones, mediante líneas, después de la palanca en sí, luego de las fuerzas de los sustentáculos y de su perennidad y mantenimiento. Y de la diferencia que se da entre la palanca de fuerza continua en sus operaciones, es decir, la rueda, y la palanca de potencia varia, es decir, la dirigida. Y por qué una es mejor que la otra y por qué la otra es más breve y cómoda que la primera. Y se tratará de la rueda del freno y de su servidor. Y de la rueda de aumento y del impulso de los movimientos, de la naturaleza de los polos y de su consumación. Y de las cuerdas y tajos y montacargas y rodillos.....>> (Códices Madrid I y Atlántico).***

En definitiva, esta labor puramente de análisis y descriptiva de Leonardo y el estudio individual de estos mecanismos, podríamos decir que representan las auténticas **máquinas científicas**. La aplicación de estos estudios, para la construcción de una máquina con una función determinada, daría como resultado la **máquina productiva**.

Una vez establecidas las ideas de lo que podemos considerar una máquina productiva o una máquina científica, ¿En qué lugar podríamos encuadrar las diferentes máquinas que proyecta Leonardo para conseguir volar?, ¿Debemos también considerar científica una máquina que en su conjunto de mecanismos va a tener la función específica de proporcionarnos datos puramente científicos y no productivos?. Aunque es evidente que nosotros consideraríamos una máquina de volar en la actualidad como una forma productiva de transporte de mercancías y pasajeros. En los tiempos de Leonardo la consideración sería muy diferentes y

estaría más bien dirigida hacia el hecho utópico de vencer la fuerza de gravedad, lo que la convertiría automáticamente en un mecanismo científico. A este respecto, no vamos a hacer un análisis de los diferentes proyectos de Leonardo, que ya están lo suficientemente tratados; y solo, significar el hecho o la actitud de este hombre hacia los diferentes problemas que se plantea y cómo, de entrada, busca las soluciones en la naturaleza que le rodea, estudiándola primeramente, para poder aplicarla en sus proyectos; intentando en un principio racionalizar sus esquemas de funcionamiento, para reproducirla después de forma mecánica y experimental. Es evidente que no siempre lo consigue; tal es el caso de sus múltiples intentos para poder elevar al hombre "hasta el cielo" con sus máquinas voladoras, que, en un primer momento, serían prácticamente una copia del sistema utilizado por aves y murciélagos, a base de incorporar al hombre unas alas de similares características a las de estos animales; algo que resultó totalmente inviable, al comprobar cómo, el sistema muscular que tenía que soportar y mover dichas alas era insuficiente para un correcto batir. Es evidente que ante este problema, Leonardo intentó por todos los medios poner soluciones, entre las cuales, y al margen de la lógica disminución del peso en lo posible, utilizaría una serie de ventanas las cuales se abrirían y cerrarían automáticamente a modo de válvulas, eliminando en gran parte la resistencia del aire en su elevación al pasar éste a través de los espacios abiertos, y consiguiendo al bajarlas la total superficie de impulso, ya que las ventanas se cerrarían. Pero el principal problema seguiría siendo la potencia de impulso, para potenciar lo cual, tubo que introducir diferentes elementos destinados a la multiplicación de dicho esfuerzo; como toda una serie de sistemas de poleas; y lo más importante, la adecuación del diseño para que el hombre pudiera utilizar al máximo toda su potencia muscular incluida la de las piernas. Al final también tendría que desechar la idea, para ponerse a pensar en otros sistemas donde la fuerza motriz no sólo fuera la generada por el hombre, sino por otro medio de

propulsión. Entonces empezó a plantearse ideas que no estarían del todo asociadas a modelos naturales como las típicas alas, estudiadas hasta ese momento, para utilizar modelos estrictamente mecánicos y que también tendrían relación con el viento, como los molinos y sus aspas; de esta forma ya aparecen esbozados en algunos dibujos del Códice Atlántico y Códice "B", algunos artilugios voladores que incluyen aspas similares a las de los molinos, lo que equivaldría el romper definitivamente con la referencia natural de las alas; y por otra parte, según uno de los modelos en el código "B" (folio 83), una idea de anticipación al actual helicóptero, utilizando ya un sistema de propulsión diferente al de la propia fuerza muscular, y consistente en la inclusión de un resorte helicoidal que sería el que aportaría la fuerza motriz. Evidentemente este resorte primeramente habría que haberle tensado; con lo cual siempre tendría que intervenir, el hombre, de una u otra forma. Está claro que Leonardo otra vez se tropezaría con el problema de la falta de una fuerza motriz adecuada, que más tarde proporcionarían los combustibles y la electricidad. Este problema representaría el mayor freno para la adecuación práctica de sus máquinas; lo que nos daría pie a una curiosa y posible reflexión: ¿Realmente, y a pesar de su sentido práctico, a Leonardo le interesaba el resultado productivo de las máquinas? o ¿Simplemente le preocupaba satisfacer sus inquietudes científicas y artísticas?. En vista de sus trabajos, daría la sensación de que estaría más interesado en el segundo de los términos a pesar de su formación tradicional mecánica de taller. ¿Porqué sus máquinas serían más científicas que productivas?; está claro que lo que más le interesaba era el estudio y comportamiento de los mecanismos para vencer los problemas que planteaba la mecánica de la época. Y también es cierto, que en muchas ocasiones no presta excesivo interés a cuestiones básicas de algunos problemas mecánicos, como el rozamiento o la resistencia del aire, lo podemos ver en algunos ejemplos con el caso del estudio sobre un tren de poleas (Códice Atlántico, 83), dedicado

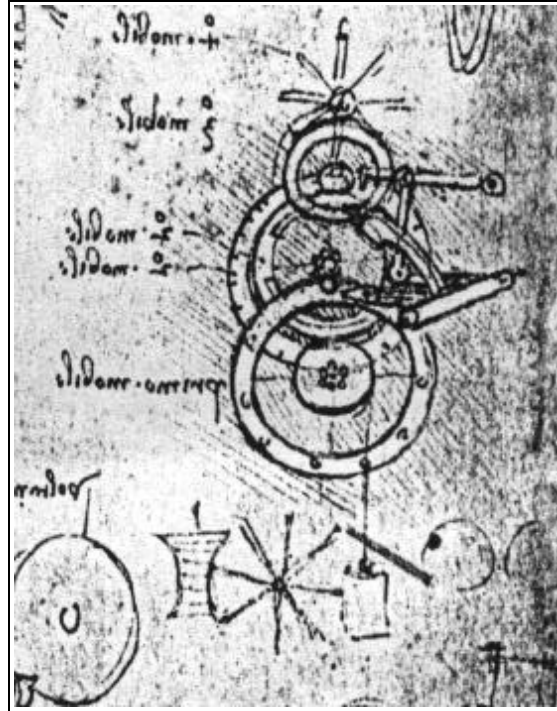
reducir al mínimo el esfuerzo necesario para elevar un peso a base de infinidad de desmultiplicaciones; o la consecución de la máxima velocidad, también a base de un tren de engranajes (Códice Atlántico, 114) que multiplica de forma infinita la velocidad de giro. En cualquiera de los casos, prevalece el concepto de teoría física referente a la gravedad y al movimiento, ante el lógico problema de mecánica aplicada que se produce con el rozamiento. "A mayor rozamiento, mayor impedimento". Por lo tanto, una y otra máquina y en base a los principios por los cuales hemos diferenciado la máquina productiva de la máquina científica, se podrían considerar como estudios puramente científicos a la vez que abstractos. Pero si hablábamos de utopía con la máquina voladora y de abstracción teórica sobre los sistemas multiplicadores y desmultiplicadores, asociándolas a la vez con esas máquinas científicas que intentan dar soluciones sobre la fuerza o el movimiento; tendríamos que referirnos también al **Perpetuum Mobile** o máquina de movimiento perpetuo; idea medieval referente a la búsqueda del motor autosuficiente, de la máquina de movimiento continuo y autoalimentada. Idea en la que Leonardo también cayó, aunque no por mucho tiempo; pero es significativo los trabajos y esquemas que proyecta al respecto, y que reproduce el Códice Atlántico en sus folios 179, 778 y 1062. En ellos se puede apreciar un sistema hidráulico por medio de bombas y depósitos; y otros sistemas circulares por medio de bolas que se desplazan al producirse el "giro constante".

Sería la máquina utópica por excelencia, hasta que el alemán Mayer en 1845 proclamase el principio de conservación de la energía: **La energía ni se crea ni se destruye, sino que se transforma**. Pero aún hoy, podemos estar seguros de que habrá algún hombre buscando la solución a esta máquina perfecta. Representaría la máquina científica por excelencia.



*Estudio para un reloj.  
Código Atlántico, 1106r.*

Ejemplo de una representación que vamos a considerar puramente **técnica**, donde se aprecia un trazo descuidado.



### 3.1.2.3.2.2.1.3 La máquina como obra gráfica

Ya hemos hablado de la máquina de Leonardo desde un punto de vista puramente práctico y también lo hemos hecho desde un punto de vista científico; pero si podemos hablar hoy en día de estas máquinas y hacer una u otra valoración, no es precisamente porque se haya conservado algún prototipo original, ni tan siquiera documentación de que se realizase de forma práctica alguno de ellos; es simplemente por la gran cantidad de obra gráfica que generó el propio Leonardo y que todavía se conserva.

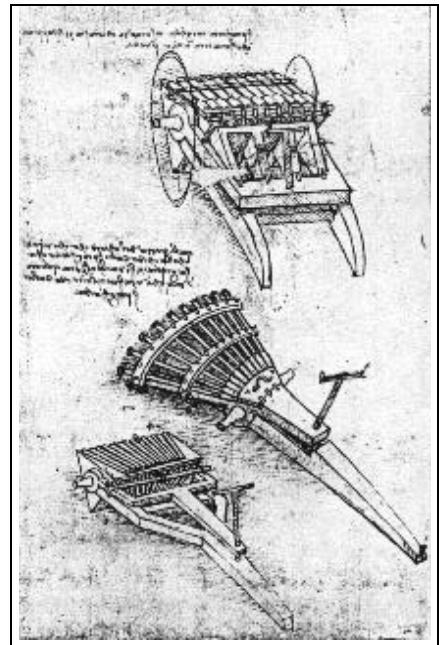
La máquina se va a convertir en un elemento importante en los numerosos dibujos de Leonardo, y sobre todo se va a erigir en protagonista de los códices de Madrid, Windsor y Atlántico;

donde aparecen máquinas de todo tipo; tanto las llamadas anteriormente productivas como, también, las denominadas científicas.

En ellas vamos a apreciar de forma clara dos tipos de representaciones que, de alguna forma, van a estar relacionadas con la anterior diferenciación que antes establecíamos, entre las productivas y las científicas. En este caso vamos a hablar de representaciones **técnico-plásticas**, y, por otra parte, de representaciones simplemente **técnicas**.

*Ametralladora de órgano. Códice Atlantico, 157 a.*

Ejemplo de representación **técnico-plástica**, donde se cuida la terminación para una posible presentación.



Si antes relacionábamos la maquinaria productiva con las máquinas en las cuales se apreciaba una labor específica y destinada al mundo de la producción; y a las máquinas científicas aquellas referidas de forma general a la representación de mecanismos unitarios simples con la finalidad de estudiar principios mecánicos, como la transformación de la fuerza o la

transmisión del movimiento; tenemos que decir que en este caso y de forma general vamos a asociar a las máquinas productivas con aquellas representaciones que denominábamos técnico-plásticas; para, relacionar a las máquinas científicas, y también de forma general, con las representaciones puramente técnicas.

Puede que esta apreciación por nuestra parte no sea del todo correcta; pero sí, en líneas generales, debemos decir que puede corresponder a una simple cuestión de forma cotidiana de trabajo; la misma que por otra parte tendría cualquier profesional de la representación gráfica a la hora de tomar apuntes para plasmar una idea rápida o por el contrario, plasmar la representación de una idea que se quiere transmitir a otras personas para convencerlas de su viabilidad, o simplemente, para venderlas el producto.

De esta forma podemos diferenciar los múltiples mecanismos distribuidos por los folios, sin orden ni concierto; mezclándose con otros trazos correspondientes a otros estudios, a veces anatómicos, a veces geométricos, etc.; donde se aprecia el trazo descuidado, que por otra parte es normal, cuando se trata de representar una simple referencia o esquema, que uno hace para sí mismo. Todos ellos; a los cuales se podían denominar como meros apuntes, pero no por ello menos importantes; van a diferir de aquellos otros que nos dan la sensación de obras terminadas para su presentación: donde se aprecia una técnica depurada, tanto en los diferentes materiales gráficos utilizados, como pluma, acuarela, grafito, etc.; como una cuidada representación descriptiva de sus mecanismos y del posible funcionamiento; además, de una composición equilibrada, en el terreno puramente plástico. Incluso está claro que en muchas ocasiones le interesa más, la misma valoración artística, dando prioridad al propio sistema de representación en cuanto a su estética o a la técnica gráfica más adecuada, que, a la claridad en cuanto a la representación de su funcionamiento. Nos recordaría a groso modo el procedimiento gráfico de un estudio de diseño actual con

la ejecución de bocetos de toma de contacto con el producto; la presentación de planos para la realización en taller; y la representación estética para el departamento de publicidad. Son pasos claramente diferenciados en la actualidad, que sin embargo en el "cuatrocientos" los asumía de forma natural la misma persona.

Hoy en día, para la realización del diseño de un producto y más concretamente cualquier tipo de máquina, intervendría primeramente el departamento encargado de establecer las pautas básicas de acuerdo a las funciones que se pretende del producto; más tarde y de acuerdo a esas necesidades se realizarán estudios sobre la funcionalidad del producto; y por último y no menos importante, su imagen visual para la mejor acogida en el mercado. En cada uno de los estudios intervendrán distintos profesionales: en el diseño de funcionamiento lo harán los ingenieros; y en el diseño estético, los profesionales de la imagen. A todo este proceso habrá que sumarle el de la ejecución de planos a base de dibujo técnico, con el fin de ofrecer de forma visual y precisa los datos necesarios para la fabricación del producto o la máquina, por los operarios de taller. En todo este proceso que hemos dividido en varias fases donde intervienen también distintos profesionales, nos damos cuenta que de alguna u otra forma interviene el dibujo como representación visual. En un caso lo llamaremos bocetos, cuando se representan unas primeras ideas; en otro caso lo llamaremos dibujo técnico cuando de forma sistemática se desarrolla todo un minucioso proceso de representación descriptiva, donde se aportan todos los datos necesarios para su fabricación; y por último el dibujo artístico o representación estética del producto para su utilización en los medios publicitarios.

Si analizamos cada una de las partes o cada uno de los sistemas de representación, daremos también diferentes valoraciones; y tan solo en la última podremos encontrar valoraciones estéticas. Entre otras causas porque las desarrollan

profesionales especialmente preparados para esta disciplina. En las anteriores, la idea de funcionamiento y las directrices de fabricación serían las que prevalecerían; y para ello, los ingenieros y delineantes serían los profesionales señalados; pasando la estética a ocupar un segundo término.

En el caso de Leonardo, podemos ver la totalidad del proceso, casi al mismo tiempo y en la misma representación, aunque ya hemos dicho que también tendríamos que diferenciar entre lo que hemos llamado representaciones técnicas puras o representaciones técnico-plásticas. Lo que ocurre es que, cuando, es la misma persona la que lleva a cabo las diferentes representaciones, también de forma inconsciente refleja su propia forma de ser y trabajar. Y lo que serían simples bocetos o primeras ideas, se convierten en auténticas representaciones estéticas, y por supuesto expresivas en todos los casos. No obstante, está claro que en la mayoría de ellos, muchas de estas representaciones a base de catálogos y esquemas de funcionamiento, serían simplemente los primeros datos o dibujos preparatorios para una posterior representación; bien para el desarrollo de un trabajo personal, bien para la presentación de una máquina productiva.

En resumen, y comparándolo con el ejemplo anterior sobre el moderno proceso de diseño de cualquier máquina que se quiera poner a la venta en el mercado actual, podemos establecer estas tres vertientes o sistemas de representación, que en toda la obra gráfica de Leonardo se entremezcla, para formar un conjunto plástico-técnico-descriptivo; difícil, a la vez, de encontrarlo unido en la misma persona que se dedica a una disciplina en concreto; bien a la ingeniería, bien a lo que hoy en día consideramos arte. Se puede decir que aglutina estas tres vertientes:

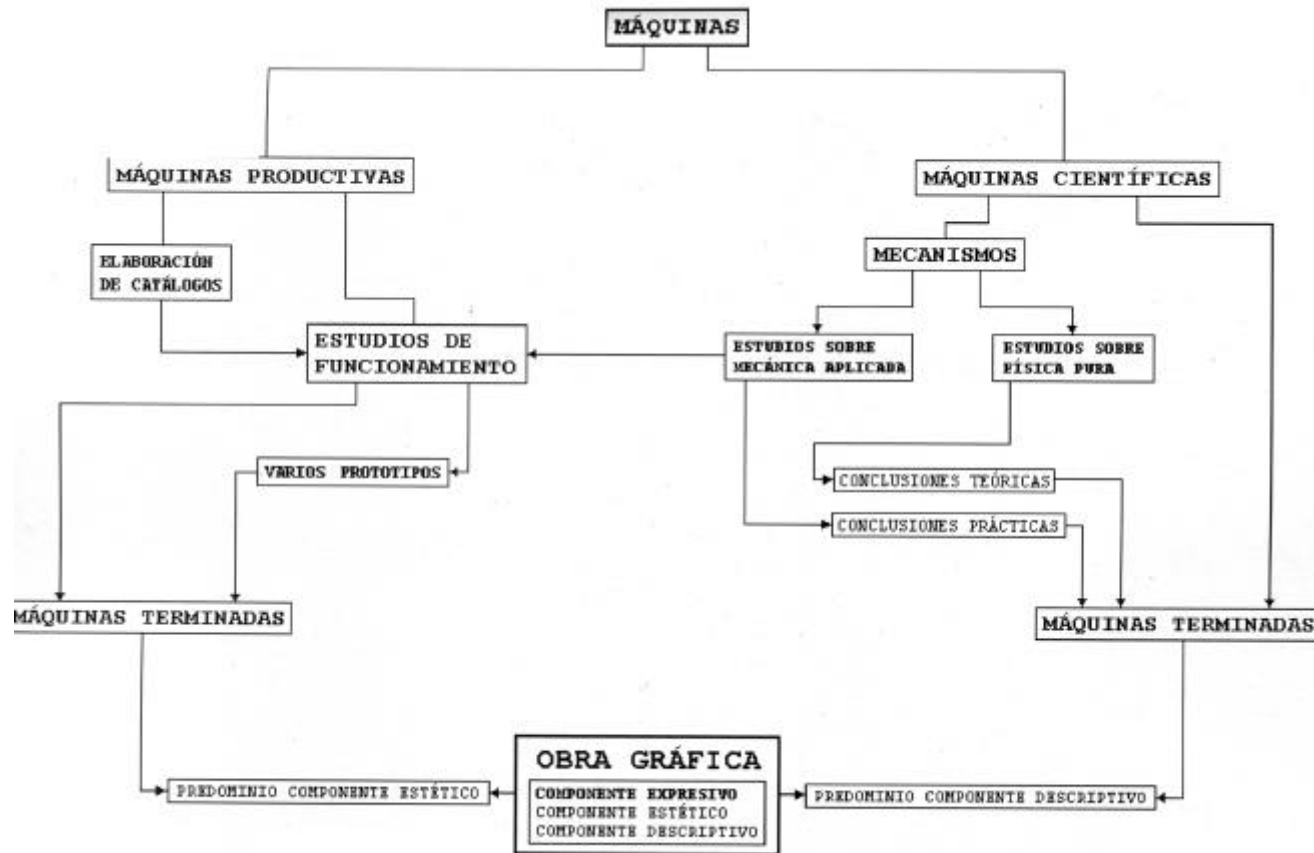
- El estudio y la representación de primeras ideas.
- La transmisión descriptiva por medio de planos.
- La comunicación estética y expresiva de la obra gráfica

final.

Algo que en la actualidad, encargaríamos respectivamente al ingeniero, al delineante y al diseñador gráfico; y que de alguna forma ya se ponía en práctica en tratados como el De Re Metallica de Agricola, donde colaboran pintores expresamente contratados para su ilustración; siendo Agricola el encargado de exponer la teoría, y dirigir la ilustración de las diferentes labores allí representadas.

El hecho de ser en este caso Leonardo el encargado de realizar todas las funciones, y llevar a cabo todo tipo de representaciones; puede que éstas, en su conjunto, y por su fuerte contenido expresivo, provoquen esa gran admiración sobre cualquier espectador; versado o no versado, en la técnica o en el arte.

El compendio de todo ello: el contenido técnico-científico, la representación descriptiva y la comunicación plástica; hacen de la obra gráfica de Leonardo una representación especial; y que, en el apartado correspondiente a las máquinas, podríamos representar en un simple cuadro de diálogo de los dos términos: **máquinas - obra gráfica** y el espacio de recorrido entre ambos. En él podemos apreciar una simple división atendiendo a la misma, que hemos hecho con anterioridad entre máquinas productivas y máquinas científicas; y a la vez la aplicación de procesos diferentes pero también relacionados:



Dentro del apartado denominado de **máquinas productivas**, podemos ver cómo en muchas ocasiones elabora una serie de catálogos de diferentes formas de un mismo elemento al cual intenta introducir una mejora. Al mismo tiempo y después de unos estudios de funcionamiento, elabora varios prototipos; para seleccionar el que considera más adecuado; y presentarlo como obra gráfica final, o lo que en el cuadro llamamos máquinas terminadas.

Dentro del apartado de las **máquinas científicas**, podemos diferenciar la parte correspondiente a los mecanismos, a través de los cuales realiza estudios sobre mecánica aplicada, que también vuelca sobre los estudios de funcionamiento en las máquinas productivas; y por otra parte los estudios sobre física pura de los cuales extrae unas conclusiones teóricas, que unidas a las prácticas sobre la mecánica aplicada, elabora los proyectos para lo que podemos considerar como conclusiones generales o máquinas terminadas.

Tanto unas como otras tienen un gran componente expresivo; repartiéndose por otro lado aunque de forma desigual el componente estético y el componente descriptivo; prevaleciendo éste, sobre todo, en las máquinas científicas. Para aplicar el estético en su mayor parte a las máquinas productivas; las cuales utilizaría como lo que podríamos denominar en la actualidad, de imagen publicitaria.

El trabajo de conjunto científico-técnico-artístico; tan difícil, de combinar de forma espontánea y natural en la misma persona; podría ser, seguramente, el gran canal de comunicación, casi mágico, entre Leonardo y cualquier persona, de cualquier época y en cualquier lugar.

En todo momento, el ARTE sería su medio de expresión natural, tanto en sus estudios sobre la naturaleza; gráficos o científicos, de paisaje o anatómicos; como de mecánica aplicada o física pura. El arte estaba por encima de todo; y los dibujos que

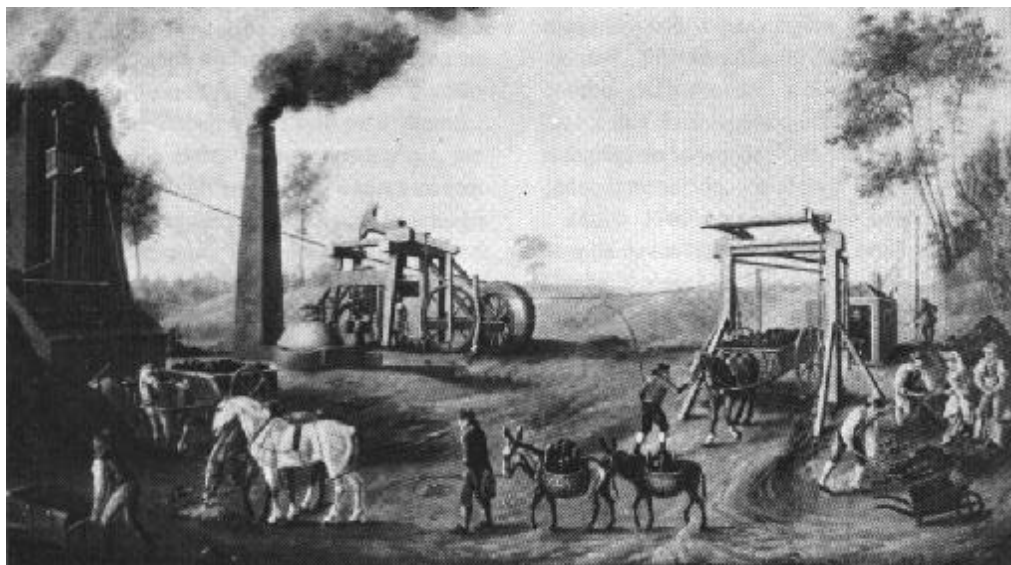


conforman la enorme obra gráfica, su mejor medio de comunicación.

A pesar de todo, de la importancia de la máquina en la vida y en la obra de Leonardo, la máquina seguiría siendo para él y sus contemporáneos, el elemento productivo o el medio mecánico para explicar determinados fenómenos físicos. Sus formas y movimientos podrían reflejar o imitar otras formas o movimientos de la naturaleza, pero por mucho tiempo seguiría siendo un elemento ajeno al arte; a pesar de su protagonismo en la obra de Leonardo. Todavía tendríamos que esperar mucho tiempo para relacionar la máquina con el arte; para considerarla arte en sí misma; su forma, su estructura, su movimiento, etc. Ni siquiera la Revolución Industrial conseguiría este aspecto; pero sí que empezaría a poner las bases, elevándola en un principio al protagonismo de la producción; para introducir nuevos parámetros como la comercialización de las propias máquinas y la idea de mecanización y automatización; no sólo en los sistemas productivos de la industria sino también en otros órdenes sociales como la propia vivienda, con máquinas hogareñas y personales que ayudasen a mejorar la vida, como los mismos relojes, máquinas de coser, etc. Para todo ello habría que ofrecer además de una función determinada de la máquina, una estética agradable y llamativa para el posible cliente; por lo cual, la máquina pasaría a relacionarse con el mundo del arte por lo menos en lo referente a su parte externa, abriéndose nuevos caminos a los profesionales de la imagen plástica, que podrían desarrollar su función expresiva con diferentes diseños externos, que se aplican sobre todo a las carcasas destinadas a recubrir estas máquinas donde la mecánica quedaría enjaulada y presa de su principal función de producción para la cual la desarrolla el ingeniero. La función artística de la máquina quedaría relegada a su imagen exterior representada por la carcasa; más o menos estética, más o menos adaptada a la moda mobiliaria de la época.

La estética y expresividad de las máquinas de Leonardo, y que tanto atraen la atención de la mayoría de las personas; los mecanismos en sí; la sensación de funcionamiento, de las tensiones, de la fuerza, del movimiento, etc.; quedarían escondidas a la vista del público en general; tan sólo los ingenieros y los mecánicos tendrían acceso a ellas; la mecánica quedaría solo para especialistas, que la utilizarían de una forma fría y operativa, donde la única visión que nos queda es la de confusión y grasa cuando la miramos directamente o la de los fríos planos delineados si queremos analizar su parte descriptiva. En definitiva, esa es la parte de la mecánica que hace que nos separemos de ella; donde no encontramos el encanto, la magia, o la expresividad de Leonardo cuando se comunica con el público a través de su obra gráfica; de su implicación al mismo tiempo con la máquina y con el arte. Esta idea de conexión arte-mecánica es la que nosotros intentaremos buscar, pero desde nuestra óptica actual; considerando a la máquina, sus mecanismos, sus movimientos, etc. como elementos expresivos de la misma.

Para ello aún nos quedaría un largo recorrido hasta el s. XX; y la máquina permanecería un tanto ajena, en estos aspectos, al mundo del arte, a pesar del gran auge y crecimiento de la misma en la Revolución Industrial y la que podíamos considerar como la época del maquinismo.



*Extracción de carbón. Siglo XVIII*

#### 3.1.2.4 Revolución Industrial

El término Revolución Industrial lo utilizaría Engels hacia 1884 cuando se refería a los acontecimientos y transformaciones económicas que se estaban produciendo en Inglaterra desde 1760. A una pregunta sobre este tema, cualquier persona en la actualidad, de forma rápida y en general, tendería a relacionarlo con un sistema de producción masiva, con el carbón, con el hierro, con la máquina, con el vapor, con la fábrica, etc.; en definitiva, con un conjunto de factores que van a hacer cambiar de forma radical el modo de vida de la sociedad occidental, para dar paso al s. XX, como una nueva época hacia nuestro mundo contemporáneo.

Esta época, dentro del tema que nos ocupa, en cuanto a la relación del arte con la máquina, no tendría excesiva trascendencia; si nos ponemos a tratarlo desde un punto de vista de cualquier persona de mediados del s. XIX; ya que por una parte las artes plásticas, totalmente asentadas, disfrutaban de un prestigio y reconocimiento propio ganado en épocas anteriores

como vimos en el Renacimiento; y, con plena autonomía de cada una de sus disciplinas; separadas a su vez y distanciadas definitivamente de las **artes mecánicas** a las cuales pertenecerían en otros tiempos. Por supuesto el pintor o el escultor, como hombre especialista ya nada tiene que ver con otras disciplinas que no se relacionen con el mundo de la imagen; por su parte, el mundo de la mecánica y su materialización en la máquina seguiría su propio camino, sobre todo dirigido al sistema de la producción. La diferencia con épocas anteriores sería la sistematización y puesta en práctica de principios físicos, demostrables por la ciencia de la época, que vendrían a considerar a la mecánica como parte de dicha ciencia. Si los teóricos del arte del Renacimiento como Alberti elaboran las bases para la consideración artística de las artes plásticas, también los físicos van a elaborar teorías para que la mecánica se eleve por su parte a la categoría de ciencia. La máquina entre tanto, como resultado material de las aplicaciones mecánicas alcanzaría también otra dimensión que no tuvo en las épocas anteriores elaboradas en base a sistemas tradicionales y métodos de taller como en su día también ocurría con la pintura y la escultura. Por el contrario, con la aplicación práctica de las leyes físicas desarrolladas y experimentadas por los científicos, surgiría la nueva máquina, como uno de los pilares de esta Revolución Industrial.

El hecho creativo; el proceso paralelo en la forma, que no en el tiempo, de la elevación de la mecánica a la categoría de ciencia; al igual que en su día se eleva la pintura o la escultura a la categoría de ARTE con mayúsculas; el auge de la máquina y la ciencia, y la influencia que tendrían sobre los nuevos movimientos artísticos aún por venir; va a hacer que sí tenga realmente importancia esta época en el tema a tratar, sobre todo desde nuestra posición actual.

Si el mundo de la pintura y la escultura quedaban un tanto al margen, enzarzados en debates puramente académicos, en temas formales, como la importancia de la línea o el color; o en temas

filosóficos como la importancia del aprendizaje o la inspiración. La arquitectura sí se implicaría directamente, ofreciendo las soluciones que demanda esa nueva sociedad industrial y productiva, utilizando a su vez esos nuevos materiales como el hierro y el vidrio que supondrían un cambio radical en la idea de espacio y luz de los nuevos edificios. Nunca con otros materiales se conseguirían estancias tan amplias con tan pocos soportes o columnas de sustentación, ni el debido aislamiento con el exterior y al mismo tiempo tal luminosidad. La arquitectura y el hierro, sería sin duda el más fuerte nexo de unión de la tecnología y el arte de esta época. La tecnología a su vez en el mundo de la industria iría fuertemente unida a la máquina y el vapor.

Así pues trataremos el apartado de la Revolución Industrial analizando distintos factores:

- Por una parte los **factores desencadenantes**.
- La importancia de la **máquina de vapor**.
- La importancia del **hierro**.
- La respuesta de las **artes y oficios**.
- La relación **mecánica y arte**.

#### 3.1.2.4.1 Factores desencadenantes

Cuando hablamos de Revolución Industrial, nos da la sensación de un gran cambio en todos los órdenes de la producción; como si se hubiera producido una gran explosión, que surge de forma espontánea y lo inunda todo de fábricas y productos de consumo. En realidad ocurre algo parecido, ya que, en relativamente pocos años, el mundo de la industria y la aplicación de la máquina, con una fuerza hasta entonces desconocida, va a hacer que la manufactura de productos se multiplique de forma considerable, lo que supondrá que se abaraten los costes y como consecuencia, el acceso a dichos productos de una mayor cantidad de personas.

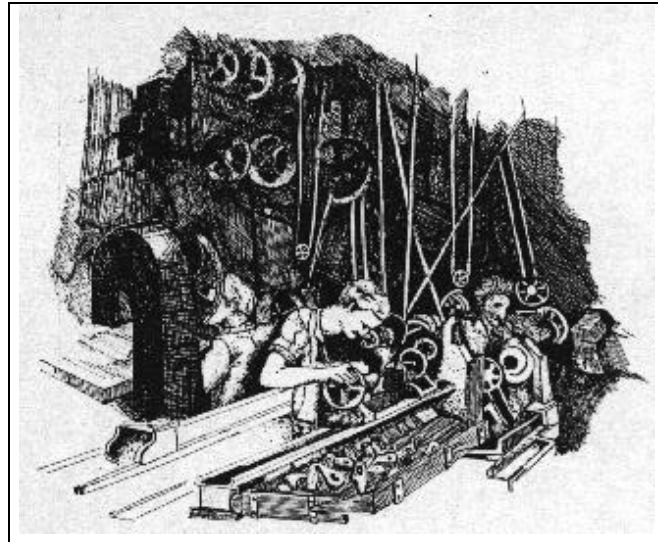
El término explosión, podría ser un término adecuado si analizamos de forma genérica la historia y los factores más importantes que van a desencadenar esta explosión; veremos como ya se vienen gestando desde hace tiempo y parecen estar preparados para esa reacción, que se produce, cuando se dan las condiciones apropiadas. Así, por una parte, la necesidad de una **gran producción**; y por otra parte, la necesidad de una **gran fuerza motriz**, capaz de llevar a cabo esa producción; serían, los factores desencadenantes de esa gran explosión.

Ciertamente en el s. XVIII el sistema de producción no había cambiado mucho desde la época medieval; todas las naciones del mundo occidental dependían casi con exclusividad de una economía agraria. La escasa industria, basada sobre todo en la actividad textil, intentaba despegar por todos los medios, a base de grandes telares movidos sobre todo por la energía hidráulica, que, al fin y al cabo, se ve limitada al natural cauce de los ríos. O a la energía del viento, limitada también a las condiciones atmosféricas y las propias, derivadas de las dificultades en la construcción de molinos lo suficientemente grandes para desarrollar la potencia necesaria. Todo esto que parecía haber llegado a una situación de aparente estancamiento, se rompe al aparecer en escena una nueva forma de energía suministrada por el vapor. Así pues, nos vamos a encontrar con dos elementos base para que se produzca este gran cambio:

- Un nuevo sistema de **economía capitalista**,
- Un nuevo sistema de **motor a vapor**.

En realidad no son sistemas que surgen de la nada, sino, que se han ido gestando poco a poco. Uno y otro, como cualquier gran descubrimiento, permanecen en situación de espera y sin darles la suficiente importancia hasta que se encuentra el detonante que les impulsa definitivamente. Ya, en el s. XIII había empezado a aparecer el **mercado** y la **industria casera**; y ¡No digamos! la experiencia con el vapor, desde los trabajos de Herón de Alejandría con su famosa **eolípila**. Tanto en un caso como en otro

serían procesos lentos y sin aparente importancia, hasta llegado el tiempo que nos ocupa y la llamada Revolución Industrial.



*Sistema de producción en serie, ante la demanda de los nuevos tiempos*

#### 3.1.2.4.1.1 **Importancia de la producción**

Ya hemos comentado con anterioridad sobre la importancia de la agricultura en la sociedad occidental, y los incipientes cambios en cuanto a la economía y la producción que se empezaron a producir hacia el s. XIII, y que vendrían a representar los gérmenes de lo que más tarde desembocaría en la Revolución Industrial.

En la Edad Media, se pueden considerar, de forma general, dos sistemas productivos: por una parte, en cuanto a la **agricultura**, podríamos hablar de los sistemas feudales que controlaban la economía y la política, controlando a su vez las tierras y los hombres que las trabajaban; por otra parte, en cuanto a la **industria**, hablaremos de los sistemas gremiales, formados por agrupaciones de maestros y talleres artesanales que se asocian para defender intereses comunes.

De una u otra forma, se puede decir que se va a producir una **simbiosis** entre estas dos corrientes (la agrícola y la industrial), que haría cambiar el sentido de la sociedad hacia otra nueva; donde, los **agricultores** ya no van a depender, al ciento por cien, de su trabajo en el campo; y donde, los **artesanos** dedicados a la manufactura, romperían también el clásico sistema de producción e incluso el propio sistema de promoción profesional, tradicional, de los talleres artesanales.

La simbiosis a que nos referimos surgiría un poco con la aparición del ya mencionado **mercado**, y la aparición, también, de un colectivo de artesanos que empezaron a dedicarse en mayor medida a este comercio que a la propia producción. Lógicamente tenían poca capacidad de maniobra, al mismo tiempo que poco mercado; primero por las ataduras a los propios gremios, como lo reducido de un mercado de bajo poder adquisitivo, a los que se ofrecían productos a su vez encarecidos por la mano de obra especializada del propio artesano. He aquí, que, surge la idea de utilizar una mano de obra más barata, aunque menos especializada, que podría abaratar los costes de la producción y a su vez abrir nuevos mercados en sectores sociales menos pudientes. Todo ello se conseguiría proporcionando materia prima a otras personas que desarrollarían el trabajo en sus propias casas, lana, hilo, metal, etc. Las personas adecuadas serían aquellos trabajadores rurales, a los cuales les suponía un importante suplemento económico, estos trabajos caseros; que vendrían a sumarse a las ínfimas ganancias que obtenían de la agricultura, como su principal ocupación.

Poco a poco este trabajo casero o **industria casera**, va evolucionando y aumenta el volumen de la producción cuando el proveedor de materia prima ofrece cada vez más materia e incluso equipamiento y herramientas para su manufactura. Al tiempo que estos equipamientos y herramientas aumentan de volumen e importancia, tendería a centralizarse, instalándose en lugares



adecuados, a los cuales acudirían los trabajadores; habría nacido la **fábrica**.

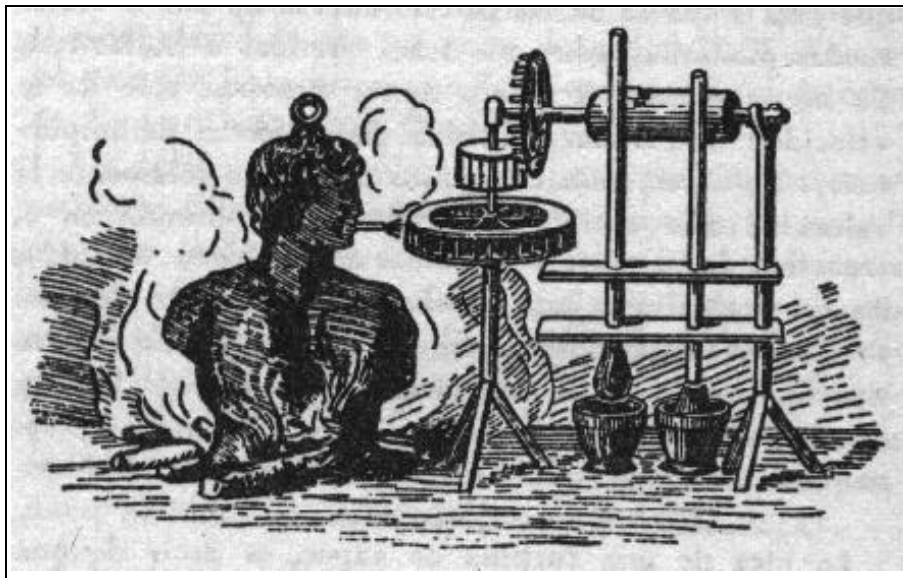
Este sistema de producción, representaría a su vez la unión del sistema del trabajo casero poco especializado, con aquel otro reconocido de los talleres artesanales; pues en estas fábricas también tendrían cabida los artesanos especializados. La diferencia importante, y que va a afectar en gran medida a estos artesanos, sería el sistema de promoción profesional: mientras, que de forma tradicional, en los talleres artesanales, existe un maestro que controla el taller y la producción, ayudado por uno o dos oficiales y algunos aprendices, cuya misión es formarse adecuadamente para llegar a ser, también, maestros el día de mañana, e integrarse en el gremio correspondiente; en el caso de la fábrica, sería totalmente diferente al desaparecer el esquema **gremio-taller-maestro**; el nuevo esquema **propietario capitalista - trabajador asalariado**, apenas da opción a este último a la independencia laboral que como maestro le proporcionaría el taller artesanal.

La otra gran diferencia sería la aparición de este propietario que invertiría una gran cantidad de dinero: tanto en locales, materia prima, equipamientos de máquinas, herramientas, etc. y además pagaría un salario a los trabajadores. Representaría la figura del **capitalista**.

Ya al margen de lo que pueda representar este cambio de estructura político-laboral, debemos decir que la fábrica va a suponer un gran salto en cuanto a la producción se refiere elevando y abaratando al mismo tiempo dicha producción; extendiendo como consecuencia el producto manufacturado a otros sectores sociales mucho más amplios.

En Amiens, hacia el 1371, se tienen ya referencias de una factoría de 120 tejedores; y casi ochenta años más tarde en Nuremberg hacia el 1450, también de 120, impresores en este caso. Ya en el s. XVI nos encontramos con la factoría de Yack de Newbury, con 200 telares y 600 trabajadores. Se estarían poniendo los cimientos de un nuevo sistema económico que nos llevaría a pasar de la era

del feudalismo a la **era del capitalismo**. Más tarde este sistema representaría uno de los pilares básicos para el desarrollo de la llamada Revolución Industrial.



*Máquina a vapor de Branca, 1629. (según Usher)*

#### 3.1.2.4.1.2 Necesidad de una gran fuerza motriz

Una vez establecido un marco económico adecuado para el desarrollo de una gran producción, se necesitaban crear los medios necesarios para que se llevara a cabo esa gran producción. Todos los intentos al respecto, se harían en base a las técnicas ya conocidas: como la utilización de la energía hidráulica que proporcionaban las corrientes de los ríos, como la energía eólica proporcionada por los molinos de viento.

Las ruedas hidráulicas, en el s. XVII, aumentarían de tamaño hasta proporcionar veinte caballos de potencia, al igual que los molinos de torre, utilizados principalmente en los Países Bajos alcanzarían los catorce caballos de potencia. Ir más allá suponía un aumento en el tamaño de las construcciones lo que implicaba las lógicas dificultades técnicas, difíciles ya de superar, y

económicamente un tanto discutibles. De la misma forma, estas energías, dependían de su efectividad en un gran porcentaje de su emplazamiento, ya que, tanto, las ruedas hidráulicas, como los molinos de viento, debían situarse en zonas muy determinadas, y propicias al buen funcionamiento, como los ríos caudalosos y las zonas ventosas, cada cual en su caso. Prácticamente se había llegado a un punto de estancamiento en cuanto al equilibrio entre fuerza motriz y producción. Era evidente que se necesitaba otro medio que potenciara y rompiera ese umbral aparentemente insalvable.

Nos encontramos en un punto donde la mecánica parece totalmente agotada; con un conocimiento bastante elevado de todos los mecanismos simples, capaces de potenciar, transmitir y transformar el movimiento, pero con un límite a la hora de conseguir la energía suficiente que demanda esa nueva sociedad, en cuanto a la producción. Tanto la energía animal, como la hidráulica, como la eólica, son del todo insuficientes, por lo cual sería necesario buscar otra alternativa.

En realidad siempre es muy complicado buscar otra alternativa, que sea totalmente distinta, y que no se base o sea consecuencia de unos estudios previos o investigación ya conocida. Es mucho más lógico continuar un proceso escalonado para conseguir los logros poco a poco; lo que ocurre es que a veces llega un momento en que parece haberse llegado a un techo imposible de franquear, y por otra parte lo que parece agotarse para unas determinadas expectativas, supone el principio de solución para otras nuevas. Este hecho podría decirse que sería el ejemplo de la aparición del **vapor** como la energía alternativa y la posible solución.

#### 3.1.2.4.2 **Las máquinas**

Se puede decir que en el s. XVIII la máquina alcanzaría la mayoría de edad, no ya solamente por su utilización en los

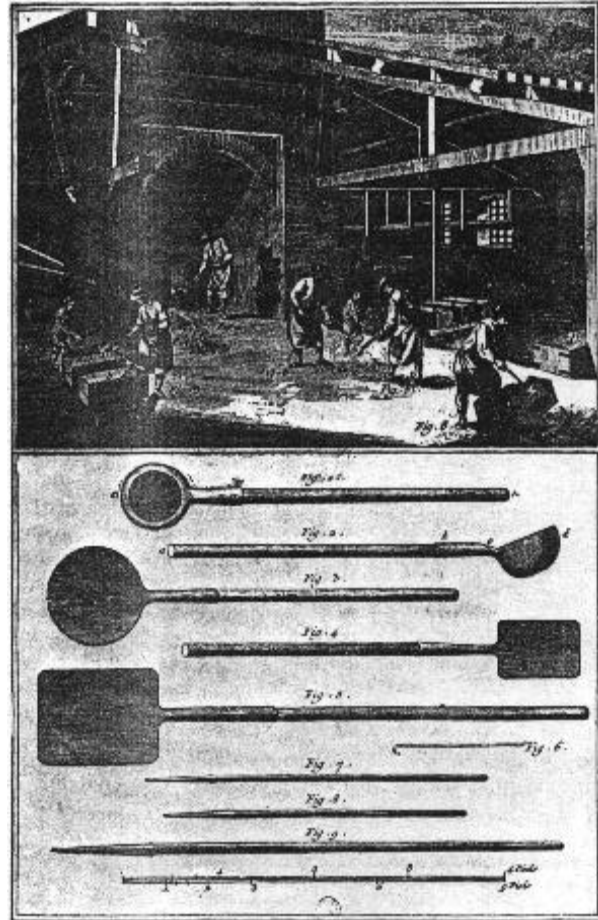
grandes sistemas de producción sino por su importancia también en cuanto a reconocimiento al igual que las labores en que se utiliza y en general la totalidad de artes y oficios. Este reconocimiento que se iría fraguando poco a poco recibiría un gran impulso en los siglos XVI y XVII, gracias al interés y la curiosidad que van a sentir las personas de estos siglos por todo aquello que tiene que ver con las máquinas, y que van a propiciar que se llegue al s. XVIII con una mentalidad eminentemente práctica, rechazando de plano toda la especulación filosófica anterior que tanto había menospreciado a las artes mecánicas.

Desde que, Bacon, Leibniz, incluso Descartes, un siglo antes, proclamaran la necesidad del conocimiento de las diferentes técnicas de las artes y oficios, así como del estudio de la mecánica aplicada y de la utilización de las máquinas como respuesta a los planteamientos teóricos de leyes físicas de los diferentes fenómenos como podía ser la gravedad, el vacío, el movimiento, etc.; hasta la respuesta de hombres como D´Alembert o Diderot, encargados de la recopilación y difusión de estos conocimientos a través de completas publicaciones como **La Enciclopedia**.

Todos ellos van a hacer que se lleve a cabo este cambio de pensamiento, donde: la **mecánica** va a ser elevada a la categoría de ciencia; y la **máquina** se va a convertir en la auténtica representación del espíritu práctico, que imperaría ya, a lo largo de todo este s. XVIII.

*Enciclopedia. Fraguas, vaciado con cuchara.*

Ejemplo imagen bipartita con la escenografía en la parte superior, y el conjunto de herramientas con la escala en la parte inferior.



### 3.1.2.4.2.1 Importancia de La Enciclopedia

La Enciclopedia de D´Alembert y Diderot ayudaría en gran medida a la creación de este espíritu práctico con la inclusión en los libros de todas aquellas artes y oficios que se conocían en la época, así como la explicación de las diferentes técnicas e instrumentos necesarios para llevar a cabo cada una de las labores allí representadas. La Enciclopedia constaba de once volúmenes de planchas que se publicaron entre 1726 y 1772, y vendría un

poco a poner en práctica la idea de Leibniz, sobre la importancia de la técnica en el nuevo modo de entender la vida así como de la necesidad de preservar todas y cada una de las artes para transmitir las a las nuevas generaciones, para ello sería necesario la recopilación por escrito, en una especie de inventario enciclopédico, de todas aquellas técnicas y procedimientos de que se sirven los artesanos en cada uno de sus oficios. La respuesta sería La Enciclopedia de D´Alembert y Diderot que además de ofrecer esa función de inventario y recopilación, aportaría una importante función pedagógica, además de aportar nuevas ideas en cuanto a las grandes posibilidades informativas de la imagen, en este caso puestas al servicio de la tecnología. Así pues, las **artes mecánicas** volverían a encontrarse con las **artes figurativas** evidentemente no en el sentido de las artes plásticas académicas de la época, pero sí desde el punto de vista con que venimos tratando este trabajo como continuación de aquellos otros tratados técnicos aparecidos con anterioridad como los ya referidos **Álbum** de Villard de Honnecourt, **Las diversas artes** de Teófilo, **De re metallica** de Agrícola, **Le diverse e artificiose machine** de Agostino Ramelli o **Theotrum instrumentorum et machinarum** de Jacques Besson, entre otros.

La Enciclopedia, en este caso, vendría a aportar una nueva dimensión, sobre todo en lo referente a la condición de los personajes que intervienen en su elaboración como Voltaire o Rousseau además de los ya mencionados D´Alembert y Diderot, como personas ilustradas, cuyo fin sería la recopilación de los conocimientos del hombre. Para que, el mismo hombre, de forma autónoma y en base a sus propios conocimientos y a la **Razón**, tomase sus propias decisiones; al margen de la instancia superior que pudiera significar, por ejemplo, la autoridad de cualquier religión.

En el plano puramente formal y en cuanto a su función pedagógica, introduciría tres cambios importantes en relación con los tratados anteriores ya mencionados:

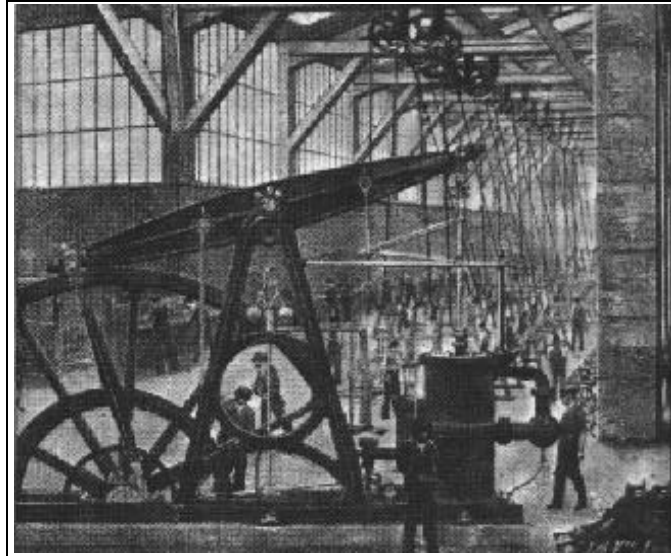
- La clasificación de contenidos por orden alfabético. Lo que proporcionaría una forma racional y metódica a la hora de acceder a cualquier tipo de información, de una forma directa.
- La bipartición de las imágenes ilustrativas. Donde se sigue manteniendo la imagen escenográfica tradicional de tratados anteriores, pero esta vez complementada con otra imagen que se sitúa en la parte inferior de la plancha donde aparecen la totalidad de las máquinas y herramientas que intervienen en la labor representada en la parte superior, además de una numeración de referencia también coincidente con la representación escenográfica.
- La inclusión de la escala como elemento de referencia, dentro de la misma imagen de la parte inferior, que venía a aportar una información técnica y precisa a la hora de relacionar el tamaño real.

Estos primeros diagramas representativos de imágenes simbólicas y composiciones abstractas que rompían con las escenificaciones clásicas y realistas las cuales al mismo tiempo podían tener una interpretación equívoca, significaban a la vez unas imágenes que aportaban datos informativos, claros y precisos, convirtiéndose así, también, en imágenes totalmente objetivas y unívocas. A su vez van a representar el principio de ruptura de lo estético y lo racional, dando paso a un nuevo modo de representación, imprescindible en la producción y desarrollo industrial posterior, **el dibujo de ilustración técnica** tan importante en el mundo del diseño actual.

La importancia que La Enciclopedia da, a la necesidad y difusión de todas las artes y oficios así como a las máquinas y herramientas con que se llevan a cabo, ayudará a la generalización de la idea de la utilización y desarrollo de la técnica así como la confirmación de la máquina como el elemento necesario para el desarrollo de la sociedad.

Una vez establecidas las bases de pensamiento en cuanto a la necesidad de la máquina, faltaba el auténtico desarrollo y

potenciación de esa máquina que diera el impulso suficiente a la producción. Esto no se llevaría a efecto hasta la aparición de la máquina de vapor.



*Máquina de vapor de James Watt*

#### 3.1.2.4.2.2 **La máquina de vapor**

En realidad los trabajos con el vapor se habían llevado a cabo desde épocas remotas; ya hicimos referencia a la eolípila de Herón de Alejandría consistente en un recipiente esférico, al que se le ponía agua y después se calentaba. Poseía un eje de giro y dos escapes de vapor, cuya fuerza impulsaba, y hacía girar dicha esfera, cuando el agua que contenía alcanzaba la temperatura de ebullición. En realidad, este hecho era tomado como una simple anécdota y hasta mediados del s. XVI, no se empieza a experimentar de forma intensa. En principio no se tenía una idea muy clara, incluso no se sabía muy bien cual era la diferencia del vapor con el aire; pero a partir del s. XVII se harían diferentes intentos para buscarle un posible aprovechamiento. En esos



momentos existía una necesidad importante como era la de extraer el agua de las producciones mineras; **Battista della Porta**, en 1606 demostró que la fuerza y la presión del vapor era capaz de elevar una cantidad de agua.

Si enfriamos una cantidad de vapor, contenido en un recipiente; se producía la condensación del mismo; y el vacío creado por éste será capaz de succionar también la cantidad correspondiente de agua. Este principio sería el utilizado por **Worcester y Savery** para la creación de la primera máquina de vapor con resultado práctico: la máquina de Savery (1650-1715) consistía en un tanque, con una entrada de vapor, un tubo de entrada de succión de agua y un tubo de salida para el drenaje de dicha agua. Tanto las entradas de vapor y agua como la salida estarían controladas por sendas llaves de paso, manipuladas a lo largo de cada ciclo de **succión-expulsión**. La primera fase, correspondiente a la succión, dispondría de dos tiempos: el primero correspondería al llenado del tanque, de vapor; manteniendo a la vez cerradas las llaves de paso del agua, tanto de entrada como de desagüe; el segundo tiempo, una vez lleno el tanque de vapor, se procedería a enfriar éste para su condensación y la consiguiente formación de vacío en el tanque que sería ocupado por el agua succionada a través del tubo de aspiración una vez abierto. La fase de expulsión o drenaje, se solaparía con el primer tiempo de la próxima fase de succión, ya que consistiría; con la llave cerrada del tubo de entrada y abierta la de salida; en volver a insuflar el vapor en el tanque, lo que provocaría el empuje y la expulsión del agua antes succionada; repitiéndose otra vez el ciclo.

Esta máquina que sería patentada en 1698, solamente tendría un éxito parcial, sobre todo en cuanto al principio o idea, no así en cuanto a su rendimiento y utilización del que tan solo se tiene constancia en una sola mina y en algunas casas de campo para la extracción y suministro de agua.

De forma paralela y hacia 1680, Huygens, científico del que ya hablamos en la aplicación del péndulo a los relojes, también va a experimentar sobre la fuerza del vapor y los gases en expansión; utilizando la fuerza de la explosión de la pólvora en el interior de un cilindro, a lo largo del cual se desplazaría un pistón. Este mismo principio, pero utilizando la fuerza de expansión del vapor, en lugar de la pólvora, sería el utilizado por **Denys Papin** hacia el 1690: el sistema consistía, básicamente en un tanque cilíndrico y un pistón. El cilindro contenía una cantidad de agua, que al ser calentada y evaporada, hacía elevar el pistón. Cuando ese mismo cilindro era enfriado; el agua se condensaba, y el vacío creado, succionaba el pistón; el cual tiraba a su vez de un sistema de poleas, que podrían accionar cualquier peso o mecanismo.

Prácticamente como en casos anteriores, apenas tuvo resultados prácticos, y tan sólo la idea de la utilización del sistema **cilindro-pistón**, sería realmente lo interesante.

Como vemos, se trabajaban diferentes ideas con similares principios, pero como en todo proceso de investigación, el camino sería difícil hasta llegar a una solución. Esta solución la daría **Thomas Newcomen** (1663-1729), que consiguió combinar el sistema de caldera de Savery y el sistema de cilindro-pistón de Papin. El proceso, como los anteriores, constaría de dos tiempos: uno de aspiración y otro de expulsión; mientras la estructura mecánica del sistema también constaría, básicamente, de dos partes: una parte correspondería al sistema de bombas y sus válvulas correspondientes para la aspiración y expulsión del agua; y otra parte, la dedicada a proporcionar la energía suficiente para el funcionamiento de estas bombas; ambos unidos por un balancín como transmisor del movimiento. Esta segunda parte, como generadora del movimiento representaría en esencia la máquina de Newcomen: consta de un cilindro y un pistón de desplazamiento vertical; y tres tuberías: de entrada de vapor, de entrada de agua y de desalojo de ambos. Y al igual que el proceso general de funcionamiento, constaría también de dos tiempos: en

el primero, se daría entrada al vapor, el cual empujaría el émbolo, transmitiendo el movimiento al balancín que por medio de unos contrapesos actuaría sobre las bombas de desagüe; una vez llegado el émbolo a su parte superior, se da entrada al cilindro de un chorro de agua fría, que hace que se condense el vapor creándose el vacío en el cilindro y obligando a descender al émbolo; éste, a través del balancín, transmitirá el correspondiente movimiento a las bombas de desagüe, que también cerraran el ciclo. Tanto el agua insuflada como la producida por condensación serán desaguadas por la tubería correspondiente. Estas tuberías, serían en esencia la diferencia que introduce Newcomen con respecto a Papin, el cual sólo disponía del cilindro y el pistón con el agua acumulada, que actuando a su vez de caldera, debía calentarse y enfriarse en el mismo cilindro. En el caso del sistema Newcomen, el proceso era más rápido, controlando en todo momento la inyección del vapor y el chorro de agua fría para su condensación; lo que mejoraría de forma notable su funcionamiento. Esta máquina, que se puso a funcionar en 1712 casi con exclusividad para el desagüe de las minas, salvo, en algunos sistemas de regadío o desecación de tierras y elevación de aguas; se la consideró, para la época, de un rendimiento aceptable; llegando a alcanzar una potencia de diez caballos, con una velocidad de seis ciclos por minuto; elevándose a doce cuando se perfeccionó.

Este último sistema, supuso realmente el comienzo del uso industrial del vapor como fuente de energía, y a partir de 1729 se utilizaban ya, de forma general, en varios países: Alemania, Francia, Bélgica, Austria, etc., hasta bien entrado el s. XIX, ya que aún en 1830 funcionaban en un gran porcentaje de extracciones mineras, donde no se tenía excesivamente en cuenta su alto consumo de combustible a base de carbón.

Este desmesurado consumo de carbón, representaría una de las causas por las cuales el inglés **James Watt**, trabajaría sobre el perfeccionamiento de las máquinas Newcomen, mejorándolas notablemente y elaborando en base a esos mismos estudios, la que

sería en definitiva la máquina de vapor que va a impulsar la totalidad de los sectores de la industria en general.

Ya, en los primeros trabajos, consigue mejorar de forma notable la máquina de Newcomen, modificando el sistema de condensación con lo cual no se tendría que estar enfriando el cilindro en cada ciclo, con la consiguiente pérdida de energía; lo consigue introduciendo un depósito adicional, el cual mantiene frío y que, en cada ciclo y por medio de una válvula, pone en contacto con el vapor introducido en el cilindro; al mismo tiempo que introduce una variación en cuanto a la entrada del vapor, que en este caso, es por la parte superior del cilindro, lo que hace que sea el **empuje** del vapor sobre el émbolo el verdadero tiempo motor; al contrario que la originaria de Newcomen, donde el tiempo motor se producía por la condensación y el vacío del cilindro.

Este primer paso en la aportación de Watt, fue importante en la mejora de este tipo de sistemas de drenaje y de hecho lo empezaron a demostrar desde su puesta a la venta en 1776, pero en cambio no aportaba nada en cuanto a soluciones para la utilización del vapor en la impulsión de otras máquinas dedicadas a otros menesteres industriales; donde se necesitaba un sistema de fuerza motriz **circular** como lo podía proporcionar el molino de viento o la rueda hidráulica.

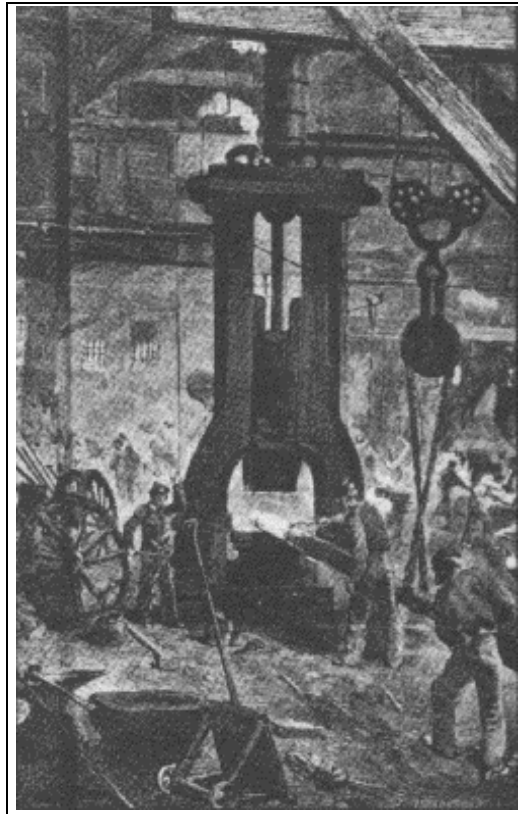
Como hemos dicho, estas máquinas de vapor consistentes en un ciclo de dos tiempos; en tan sólo uno de estos tiempos, se producía el impulso motor; que en caso de la Newcomen era proporcionado por el vacío; y en la mejora de Watt, por el propio empuje del vapor. A pesar de que se hicieron algunos intentos con la inclusión en la máquina Newcomen de un sistema de biela para potenciar el tiempo de transición de uno a otro tiempo motor, los resultados nunca fueron satisfactorios; y en muchos casos lo que se hacía era conjugar el sistema de bombeo de agua de estas máquinas para verterlo sobre las ruedas hidráulicas, que sí proporcionaban el movimiento circular deseado, y al mismo

tiempo ya no necesitarían la corriente de agua natural que les proporcionaban los ríos; pudiéndose instalar en cualquier otro lugar más adecuado para la factoría.

Hasta que, otra vez, Watt introduce mejoras en su máquina, haciendo que el vapor actúe alternativamente sobre las dos caras del émbolo, consiguiendo que los dos tiempos del ciclo se conviertan en tiempos motores; creando así, la máquina de vapor de **doblo efecto**, que patenta conjuntamente con su socio Boulton en 1781. A partir de aquí, se fueron añadiendo mejoras en cuanto a la consecución de un **movimiento circular** lo más **uniforme** posible; y, su uso, se fue extendiendo a todos los ámbitos de la industria. Tanto de la producción, como al transporte; desde la minería, a la adaptación en los molinos harineros; desde los martillos de forja, a las fábricas de algodón, etc.; desde el transporte marítimo con su adaptación a los barcos, al transporte terrestre con el sistema de ferrocarril. En general, a partir de 1800, la máquina de vapor invadiría todos los órdenes: su eficacia la convertiría en el auténtico **motor** de la industria, provocando esa “revolución”; su imagen, adaptada a los sistemas de transporte y producción, proporcionaría una nueva **visión**.

*Martillo pilón movido a vapor.  
Siglo XIX*

Imagen ilustrativa de la  
nueva industria del hierro



### 3.1.2.4.3 El hierro

Pero si hemos hablado de la máquina de vapor como el auténtico motor de la Revolución Industrial, no fueron menos motores, aunque en otro sentido, los productos o materias primas, que demandadas por la propia industria, dispararon la producción.

Tres, fueron sin duda, los sectores que más importancia tuvieron en cuanto a su desarrollo, producción y demanda; y que ayudaron de una manera determinante a esta gran producción industrial: **el algodón, el hierro y el carbón**. A pesar de que el algodón y el carbón, serían de una importancia capital; el hierro, para el tema que nos ocupa se va a convertir en el principal protagonista, ya que conjuntamente con el cristal, serían, los materiales estrella que van a caracterizar la nueva imagen de la arquitectura. Arquitectura, creada a imagen, y de acuerdo, a las necesidades que demandan estos nuevos tiempos de máquinas, fábricas, industrias, transportes, etc.

Ya habíamos hecho, antes, referencia al término Revolución Industrial, como, aquellas transformaciones económicas que se estaban produciendo en Inglaterra a partir de 1760. De alguna forma, todo lo referido hasta el momento va a tener que ver casi en exclusividad con la situación socio-económica que se vive en Gran Bretaña, que se va a adelantar casi en un siglo, en todo lo que a industria se refiere, al resto de los países considerados de occidente, y también en la industria del hierro, donde va a marcar la pauta. En este sentido, debemos decir que habría dos factores determinantes para que se disparase la producción del hierro: por una parte la **mejora** en cuanto a la calidad y facilidad de producción; por otra parte la **demand**a del producto, que se empieza a utilizar de forma masiva.

En cuanto a la primera parte debemos decir que, tradicionalmente, la producción de hierro y acero, en Gran Bretaña, estaba muy condicionada: primeramente a la propia

producción del **combustible**, necesario para llevar a cabo la fundición del hierro en los altos hornos y que no era otro, que el carbón vegetal que se obtenía de sus bosques, estableciendo siempre una natural limitación; y por otra parte a la propia naturaleza del mineral de hierro, de **baja calidad**, a causa de impurezas como calizas y carbonos.

Va a ser esta propia necesidad de conseguir un hierro en mejores condiciones, más barato y en mayor cantidad y calidad, lo que va a hacer que se produzcan grandes avances sobre la obtención y la producción; primeramente, se conseguiría una alternativa a la utilización del carbón vegetal, utilizando el carbón de **cok**.

El carbón de cok, se obtiene como consecuencia de la calcinación de la **hulla**, el cual, y debido a su alto porcentaje en contenido de azufre y fósforo, resultaba un carbón de piedra inadecuado para la combustión directa en los altos hornos; en cambio, una vez transformado en carbón de cok, y limpio de impurezas, de gases, aceites y sobre todo sulfurosas, se convirtió en el combustible adecuado para su aplicación a los altos hornos. Este proceso lo llevaría a cabo Abraham Darby en 1709, y a partir de 1760 se puede decir que la fundición del hierro en Gran Bretaña dejaría de depender, en exclusiva de sus bosques y se generalizaría el uso del cok para los altos hornos. Pero todavía no sería de entera satisfacción ya que resultaba un tanto dificultosa la utilización de este tipo de carbón; sobre todo en cuanto a su combustión, si la comparamos, con la que proporcionaba el carbón vegetal. La fundición con carbón de cok debía utilizar un sistema de fuelles, movidos por energía hidráulica o animal y que insuflaban aire para beneficiar la combustión. Por fin en 1775, John Wilkinson utiliza una máquina de Watt para inyectar ese aire en el alto horno, lo que proporcionaría una corriente constante, suficiente para sacarle el máximo rendimiento de combustión al carbón de cok. A partir de aquí, dejan de ser imprescindibles, tanto la utilización del carbón vegetal, como la instalación de los

altos hornos, cercanos a la producción de este tipo de carbón. Al tiempo que la abundancia de hulla en Gran Bretaña y el rendimiento que proporciona el cok va a hacer que aumenten las dimensiones de los altos hornos, y con ello también la producción y el consiguiente abaratamiento de los costes. No obstante, esta mayor producción de hierro debido al aumento en el tamaño de los hornos y a pesar de conseguir una fundición más fina, también representaba su parte negativa, como era el aumento en la proporción de contenido en carbón, y por consiguiente una mayor fragilidad; lo que le hacía inservible para muchas aplicaciones. Hasta que en 1783 Henry Cort, mejoró el sistema de **pudelado**, consistente en la fundición del hierro por medio del carbón de cok, pero, sin que entrasen en contacto físico el uno con el otro, siendo únicamente las llamas el medio de contacto. Con el hierro así obtenido, Cort patenta un sistema de forjado y laminación, similar en calidad a los mejores obtenidos mediante el carbón vegetal.

A partir de aquí, la industria del hierro en Gran Bretaña inicia una gran expansión, pasando de las 68.000 toneladas de 1788 a las 258.000 de 1806. Disparándose totalmente a partir de 1829, cuando Neilsen introduce otra variación consistente en la inyección a través de la bomba de vapor de aire, previamente calentado, lo que proporcionaba un aumento en la combustión y un ahorro apreciable en el combustible, con el consiguiente abaratamiento de los costes, la mayor demanda y, como consecuencia la mayor producción; hasta tal punto que en 1858, se eleva ya a las 2.700.000 toneladas. A partir de aquí el hierro se convertiría en el material por excelencia.

Hay que tener en cuenta que hasta finales del s. XVIII, la mayor parte de las máquinas estaban hechas de madera; tan solo ciertas partes como los cojinetes, bridas de amarre o cuchillas de corte entre otras, estaban fabricadas de metal; incluso el cobre era más utilizado que el hierro por tener éste, todavía, un elevado coste. Nos podemos hacer una idea del cambio de panorama que



se produce en tan sólo medio siglo, cuando la industria dispone de forma masiva de este material, que ofrece ya una gran garantía en cuanto a su calidad y al mismo tiempo un coste razonable en su adquisición. Como consecuencia, debemos destacar su importancia en el transporte, con el ferrocarril y los buques de hierro; la importancia en la fabricación de máquinas metálicas en su totalidad; y por supuesto la importancia en la arquitectura, donde irrumpe de forma impactante rompiendo totalmente con los conceptos tradicionales, no sólo ya técnicos, sino también estéticos.

#### 3.1.2.4.3.1 El hierro en la arquitectura

Al igual que en las máquinas; también en arquitectura se había utilizado el hierro de una forma auxiliar, en bridas, grapas de unión, etc.; pero a partir del s. XIX diversos factores van a hacer que se generalice su uso y se utilice ya, como material base en diversas construcciones; en líneas generales podemos destacar tres de estos factores:

- El ya referido en cuanto a la **calidad**, puesto que el nuevo hierro **colado** permite la fabricación de vigas lo suficientemente largas y resistentes.

- Las nuevas necesidades arquitectónicas que demanda la **industria** y el **transporte**, con la ejecución de estaciones y puentes para los trenes; además de los grandes recintos, acordes con la nueva visión del mundo de la máquina.

- Por último el propio reto que se impone el arquitecto ante estos nuevos materiales, y lo que podía y debía ser una nueva forma de **expresión**.

Es, este último punto, el que nos puede centrar un poco sobre el tema a tratar, y que no es otro que la búsqueda de relaciones entre el arte y la mecánica; pensando en que, se van a plantear dos cuestiones importantes que van a relacionar al mismo tiempo el mundo del **arte** y el mundo de la **tecnología** que, en estos

momentos de auge industrial, se aplica a la mayoría de los sistemas de producción; incluidos los propios sistemas, que se relacionan directamente con la fabricación de elementos arquitectónicos: - **Primeramente** nos encontramos con el problema de ofrecer la solución más adecuada al propio hecho de la utilización del hierro como material **básico**. Así pues, nos vamos a encontrar con diferentes ejemplos como son las edificaciones de la Biblioteca de Santa Genoveva de París. 1843-1850; o la Biblioteca Nacional de París. 1862-1868, construidas por Henri Labrouste, donde a pesar del propio protagonismo estético del hierro, algunos elementos como por ejemplo las columnas, siguen presentando formas características a modo de las construidas en **pedra** como los acanalados o los capiteles.

- En **contraposición** estarían los grandes pabellones construidos en exposiciones universales como el Palacio de Cristal de Josef Patxon en Londres, 1851; o la Galería de Máquinas de Dutert y Contamin en París, 1889; donde la estética está totalmente **subordinada** a la función misma de los pabellones y a la propia naturaleza de los materiales constructivos: en este caso del hierro y del vidrio; y no digamos la Torre de Gustavo Eiffel, como elemento integrante de la Exposición Universal de París de 1889, donde, ya, el hierro y su ingeniería constructiva, se convertirían en los auténticos elementos **expresivos** por excelencia.

De esta forma nos encontramos ante las nuevas construcciones con un momento de cierto confusionismo ante la idea de ofrecer, con este nuevo material, soluciones estéticas similares a las que se venían ofreciendo hasta la época, con la piedra; o buscar nuevas soluciones, donde el hierro como material base, se convirtiese en el verdadero protagonista, no ya como una nueva solución técnica sino como un nuevo material con su propio potencial expresivo. En este sentido **Viollet-le-Duc** (1814-1879), con sus ideas **funcionalistas** daría un gran auge a la construcción con estructura metálica, haciendo plantearse a los arquitectos una

nueva forma para ofrecer soluciones ante la idea de adaptar la belleza a la función y a la propia naturaleza de los materiales.

A partir de aquí la arquitectura ya no solamente dispondría de una dimensión artística sino también entraría a formar parte de la **ingeniería**.

Este hecho de sometimiento, un tanto, a la **función** y por otra parte a la **comodidad** del trabajo que ofrecen los nuevos materiales, provenientes de un sistema de producción en serie que proporciona de forma masiva y a bajo coste todo tipo de ornamentos destinados al embellecimiento de los edificios, va a plantear un debate que se generalizaría también al resto de la producción mecanizada; y que no es otro, que la idea de la pérdida de la personalidad propia del producto, frente al obtenido mediante producción artesana.

Este debate, nos obligaría a dejar un tanto al margen el mundo de la arquitectura, que sin duda daría pie a cualquier otro tipo de estudio o de trabajo, para retomar el mundo de la mecánica como tema principal y la repercusión que va a tener la máquina como protagonista a partir de la Revolución Industrial no ya solo como sistema de producción, sino como objeto de debate y pensamiento que por supuesto también va a repercutir en el mundo del arte.

Si antes hablábamos de la importancia del estudio, el relacionado y la difusión de los diferentes oficios y labores del mundo artesanal a través de publicaciones como La Enciclopedia y su gran función pedagógica; así como la difusión de la idea de la necesidad de maquina como objeto imprescindible para el desarrollo del hombre en base a su capacidad de producción. Cabría preguntarnos cual sería la respuesta del mundo artístico y artesanal ante esta producción masiva de las máquinas.

A este respecto debemos referirnos a Willian Morris y **los arts and crafts**.

#### 3.1.2.4.4 Artes y oficios

**<<Os hablaré, pues, en primer lugar, de las maravillosas obras de arte y de la naturaleza, para precisar después sus causas y procesos; no hay nada en ellas de mágico. Es más, debemos afirmar, gracias a ellas, que todo el poder mágico es inferior a estas realizaciones y menos valioso que ellas... Por primera vez podrán construirse máquinas de navegar sin remeros, tales como grandes buques, tanto para los ríos como para los océanos, dirigidos por un solo hombre, a una velocidad mayor que si fueran llenos de ellos. También podrá ser construido un carruaje que se mueva a velocidad incalculable sin necesidad de animal alguno que lo arrastre... Se construirán máquinas voladoras, de tal forma que una persona sentada en su centro pueda, accionando cierto instrumento, mover alas construidas artificialmente que batan el aire como las de los pájaros. Y lo mismo, una máquina de pequeño tamaño para elevar y bajar pesos de casi infinito alcance, lo que la hará de la mayor utilidad... Máquinas para sumergirse en los ríos o en los mares sin peligro... Podrán construirse innumerables cosas, tales como puentes sobre los ríos sin pilares u otra clase de soportes...>>**

Desde que Roger Bacon, monje inglés, se expresara en estos términos a mediados del s. XIII; elucubrando sobre las nuevas máquinas que estarían por llegar; en un momento de la Edad Media, donde los oficios y las artes mecánicas eran menospreciados por el mero hecho de estar relacionadas directamente con las actividades manuales. Desde que se fundara la primera sociedad en Nápoles en 1560, Academia Secretorum Naturae; dirigidas a estudiar los secretos de la naturaleza y su aplicación a las máquinas de nueva creación o de perfeccionamiento de la ya existentes. Desde que Francis Bacon (1561-1626), canciller de Inglaterra, propone la filosofía **experimental** como la única forma de entender la realidad. Incluso, el francés Descartes (1596-1650), como racionalista y

contrapunto de Bacon en su Discurso del Método defiende la filosofía práctica <<**...si conociéramos la fuerza y las aplicaciones del fuego, del agua, del aire, de los astros, de los cielos y de todos los cuerpos que nos rodean, con la misma precisión con que conocemos los distintos oficios de nuestros artesanos, podríamos emplearlos correctamente en todos los usos que les son propios y hacernos dueños y señores de la Naturaleza...**>>; y propone la creación de una Escuela de Artes y Oficios. Desde, el estudio de la Mecánica y las máquinas simples de estos tiempos, hasta el desarrollo verdaderamente práctico de la máquina de vapor de la Revolución Industrial. Desde, estos discursos dirigidos a hacer comprender la necesidad de entender la mecánica desde un punto de vista científico a fin de que pudiera repercutir en beneficio de todos aquellos trabajos que suponían una gran carga para el hombre y de cualquier conocimiento sobre las leyes físicas naturales. Toda esta necesidad y el esfuerzo de estos hombres por entender a la mecánica como parte importante para el desarrollo de la sociedad. Todo ese esfuerzo de recopilación del saber de las técnicas de las artes y oficios, que llevan a cabo trabajos como La Enciclopedia. Al final todo esto que supone la colaboración de la ciencia con la técnica daría como resultado la nueva fuente de energía, representada en la nueva máquina que se mueve con vapor. Todo este esfuerzo y reconocimiento de la mecánica como parte indispensable para la nueva forma en los sistemas de producción masiva que proporcionan las fábricas y sus máquinas; al final de todo el esfuerzo y por fin del reconocimiento. A pesar de todo ello y precisamente por todo ello, surgiría otro debate. ¿Acaso todo este sistema de producción masiva de productos, no atentaba con la sensibilidad de las personas, del esfuerzo y saber de los artesanos y por consiguiente de la propia expresividad de los productos resultantes, carentes de la personalidad propia que imprime la mano del maestro artesano?. ¿Podríamos decir que llegados a un punto de madurez de la máquina, el hombre se siente un tanto desplazado, incluso en muchos casos suplantado?.

**Willian Morris** en este sentido hace un llamamiento a la sensibilidad del individuo y se proclama partidario del trabajo personal del artesano frente a la producción masiva de las máquinas totalmente impersonal.

Es de todos conocido el “**a toda acción corresponde una reacción**” y viceversa si cambiamos los términos, pues bien; después de hablar de La Revolución Industrial, del Capitalismo y del Maquinismo; se levantarían voces en contra; en contra de la producción masiva, en contra de la producción con máquinas, en general, en contra de todo lo que había significado el nuevo sistema de producción capitalista. Serían las nuevas ideas socialistas, que en el marco que nos ocupa, Willian Morris (1834-1896), representaría la nueva postura crítica del arte de finales de este siglo XIX, y al mismo tiempo el germen o inicio de lo que mas tarde van a ser los nuevos sistemas de enseñanza que se van a llevar a efecto en las diferentes escuelas de **artes y oficios** donde se proclamaría el **arte total**, cotidiano, de todos los objetos que nos rodean, frente a las **artes mayores** y de carácter exclusivo y elitista que por entonces representaban la pintura, la escultura y la arquitectura. En base a todo ello, Willian Morris funda la **Arts and Crafts Exhibition Society** (Sociedad de Exposiciones de Artes y Oficios) mediante la cual intenta la realización de objetos prácticos cuya forma estuviera subordinada exclusivamente a su función, pero al mismo tiempo el tratamiento y la elección del material estarían sujetos a la estética más adecuada a las distintas cualidades de cada material y a la propia estructura del objeto. Al mismo tiempo se haría un llamamiento a la diversidad y a las cualidades creativas de los artesanos frente a la estandarización de la máquina y la actuación o función del individuo como un simple apéndice de la misma.

En consecuencia podríamos establecer las siguientes conclusiones e ideas que van a marcar la trayectoria de Willian Morris:

- La idea del **Socialismo** frente al Capitalismo, como punto de partida de la sociedad en general.
- La idea de **producción artesanal** frente a la producción masiva e impersonal de la máquina.
- La idea de **abolición de artes menores** y su diferencia con las tradicionales artes mayores (pintura, escultura y arquitectura).

Al igual que John Ruskin, escritor e ideólogo inglés, defiende e intenta llevar a la práctica las ideas de éste, en cuanto mejorar las condiciones sociales y profesionales del individuo mediante reformas de vuelta al sistema de producción artesanal tipo medieval; frente, a la gran producción de las máquinas que lo convierten en una simple pieza más de la misma.

Esta idea contra el maquinismo impersonal, va a reforzar la idea de reivindicación de la **creatividad** individual del artesano; al mismo tiempo, esta creatividad representaría el nexo de unión entre todo lo que debería significar **Arte**. Por consiguiente, todo aquel trabajo creativo en disciplinas como el grabado, el dibujo, la cerámica, la vidriera o el trabajo en hierro entre otros, debían ser considerados, también, ARTE con mayúsculas como ya lo eran la pintura, la escultura o la arquitectura. En general se debía crear la idea de **Arte Total**.

Por otra parte esta misma idea de la vuelta a la producción artesanal no sólo vendría a reivindicar aquellas ideas románticas de los sistemas de producción del medievo y su estructura gremial, sino que curiosamente el mismo rechazo al maquinismo y la reivindicación del hecho creativo volvería a unir las actividades más diversas en esos mismos talleres, como en su día ocurrió en los talleres medievales donde se unirían a su vez, la mecánica, la ingeniería, el diseño y el arte. De esta forma el artista no sería el simple operario estético que se dedicara al retrato figurativo de todo aquel acontecimiento que le rodeaba y al servicio solo de unos pocos agraciados, que podían adquirir y admirar sus obras, sino que se convertiría en el hombre creativo que daría la forma

más adecuada a todo aquello que utilizaba; como consecuencia el arte representado en cualquier utensilio, en cualquiera de las cosas de uso cotidiano, una taza, una cuchara, un reloj, etc. llegaría a la totalidad de las personas. La máquina por su parte, rechazada en cuanto a su labor productiva; por el contrario y como parte de esos utensilios de uso ordinario y común en estos tiempos de industrialización, se vería beneficiada también en cuanto a su función estética. De lo que se trataba era de poner la **estética** al servicio de la **función**, y el **arte** al servicio de la **sociedad**; el **artista** por su parte se convertiría en un hombre más **universal** y cualquier **objeto** en **obra de arte**. Por fin el arte y la tecnología, en este caso representada en la industria, y como ya ocurriera con Leonardo, volvían a unirse para anticipar el **diseño industrial**, como una de nuestras disciplinas artísticas, en el tiempo actual. Se puede decir que en esta parte final del s. XIX, se cierra un ciclo con una serie de bases establecidas que van a marcar el nacimiento de una nueva época y que dentro de un orden general, van a dar paso a nuestra cultura actual.

#### 3.1.2.4.5 **Mecánica y arte**

Ya hemos hablado de la poca relación de la mecánica con el arte a lo largo de este período que corresponde a la Revolución Industrial; salvo, en el apartado que se refiere a la arquitectura del hierro, más que nada por el hecho de la construcción mecanicista de su estructura; o en el apartado de artes y oficios, por la idea de la inclusión del arte en todos y cada uno de los sistemas de producción, incluida la propia fabricación de la máquina.

Por otra parte, también sería correcto hablar de la relación de la mecánica con el arte, cuando hablamos de las diferentes representaciones de máquinas, y en general, del paisaje industrial que se ha ido generalizando a lo largo del s. XIX, y que ha llegado hasta nosotros a través del mundo de la pintura y las ilustraciones.



En un mundo artístico del s. XIX, dominado por la pintura temática no podía olvidarse de la máquina y el mundo industrial que le rodeaba; aun así resultaba un poco difícil introducir estos temas ante la postura de los académicos. En, Turner, con su cuadro “**Lluvia, vapor y velocidad**” (1844), ya se empieza a vislumbrar este tipo de paisaje tecnológico. De todas formas en este siglo habría que hacer una diferenciación en cuanto a la representación de estos paisajes y máquinas:

§ Por una parte estaría la ya referida sobre La Enciclopedia, donde se puede decir que la ilustración técnica de la máquina se pone al servicio de la **función pedagógica**.

§ Habría otro tipo de representaciones a cargo de algunos pintores como Bonhommé, y por encargo de sociedades industriales hacia 1840, que cumplirían sobre todo una **función periodística** y de información sobre diferentes actividades industriales, ya que, además de la representación pictórica, se aportaban una serie de datos técnicos explicativos a la labor que allí se representaba.

§ Y el otro tipo de representaciones, sobre todo del último cuarto de siglo, que podríamos considerar puramente **expresivas** a cargo de pintores como Menzel o Meunier, que intentaban representar la realidad y el esfuerzo de aquellos hombres esforzados entre las máquinas y el nuevo entorno industrial.

Como vemos, la imagen maquinista, no dejaría de representar un papel secundario. Y tendríamos que esperar hasta el s. XX, para que se dieran, ¡Entonces sí!, las condiciones adecuadas para que la máquina traspasara, dentro del mundo del arte, esa mera función de elemento más del paisaje que ofrece la imagen del nuevo mundo industrial.

### 3.1.3 Arte-Movimiento

Después de un largo recorrido por la historia de la mecánica y sus posibles contacto con el mundo del arte, vamos a llegar al s. XX con una serie de puntos establecidos que nos van a ayudar a centrarnos sobre el hecho concreto de la inclusión del fenómeno “movimiento” dentro del mundo del arte; para lo cual, seguiremos utilizando la idea de la “máquina”, como el elemento que va a propiciar esa relación; representando, además, al artificio protagonista, capaz, de generar, transmitir y transformar ese movimiento.

Ya en un primer apartado explicábamos **qué entendíamos** por movimiento; también, en un segundo, hablábamos de **cómo se percibía**; y por último en un apartado más amplio nos preguntábamos **qué nos sugería**, a lo cual y en base a tres términos:

#### **Mecánica - Movimiento - Arte**

intentábamos buscar una serie de datos que nos ayudaran a relacionar la mecánica con el arte y la utilización de la máquina como el elemento o medio a través del cual se puede sugerir o representar ese movimiento. Para ello, volvíamos a hacer una clasificación compuesta con tres nuevos apartados:

- Mecánica-Movimiento
- Mecánica-Arte
- Arte-Movimiento

resultantes de interrelacionar dos a dos los tres términos anteriores y que van a ser, en todo momento, los puntos de referencia en los que nos hemos venido basando a lo largo del todo el trabajo para llegar a este último punto, **Arte-Movimiento**, como apartado final, donde intentaremos encontrar las relaciones más directas entre estos dos términos; que en su unión nos llevaría hacia el llamado **Arte Cinético**, donde, en sus diferentes apartados, la máquina como tal y el movimiento que genera se van a convertir en los auténticos protagonistas de esta nueva

manifestación artística. Para ello habremos recorrido un largo camino hasta este s. XX donde nos vamos a encontrar con las condiciones más adecuadas para que se pueda llevar a efecto esta nueva forma de arte.

A partir de este momento podemos hacer otra clasificación que nos va a ayudar a estructurar el contenido lo más claramente posible:

- Por una parte haremos referencia a las condiciones generales y a la **situación social y artística** para que se den estas condiciones.

- Y por otra parte, como punto principal, a las diferentes formas de cómo los artistas de la primera mitad de este siglo se van a enfrentar a este mundo industrializado, de la máquina, del movimiento, de la velocidad; así como a la hora de tratar aquellos **elementos formales y conceptuales** en que se van a basar para llevar a cabo sus manifestaciones tanto en pintura como en escultura.

Por lo tanto podemos hablar de:

- Unos **condicionantes**, que van a propiciar una determinada situación favorable.

- Unas **representaciones mecanicistas**, producto de esos condicionantes, y que van a tener que ver con el mundo de la máquina y el movimiento.

### 3.1.3.1 Siglo XX. Condicionantes

A la hora de enfrentarnos con este s. XX donde se van a dar las condiciones apropiadas para que se lleve a cabo esa simbiosis, de la mecánica y el arte, a la que venimos haciendo referencia en todo momento; deberíamos, en principio y en líneas generales, situarnos en el contexto social y artístico de este momento importante que va a representar el inicio de siglo. Así pues, diremos que al empezar este s. XX nos vamos a encontrar con:

- Una **sociedad industrializada**, que se extiende por todo el mundo occidental, gracias:

- a la **máquina** del s. XIX como auténtico elemento motor
- a la **producción**, con la aplicación de la máquina de vapor
- al **transporte**, con el desarrollo del ferrocarril y los barcos también movidos a vapor
- a la **comunicación**, con la aportación de hombres como Samuel Morse al telégrafo (1844); o Graham Bell con su sistema de telefonía (1876).

Todo ello, convertiría a la **máquina** en auténtica estrella del s. XX.

Y a propósito del estadounidense Samuel Morse y como dato curioso, debemos decir que también, de alguna forma representaría esa unión de arte y tecnología, en este caso, aplicada a la comunicación; ya que, no solo, sería el inventor del archiconocido sistema de comunicación; sino que también estaría estrechamente relacionado con el mundo del arte, siendo pintor y profesor de dibujo de la Universidad de Nueva York, así como fundador de la National Academy of Design, de la misma ciudad.

- Por otra parte, la **situación del arte** en este principio del s. XX y su pensamiento respecto a todo ese entorno social que les rodea, después de aportaciones tan diversas como las ya referidas de:

- Ruskin y Willian Morris en contra de la catalogación artística establecida y a favor del arte total de cualquier manufactura.
- O la posición en lo referente a lo formal de los impresionistas, influenciados por las nuevas aportaciones y estudios científicos en cuanto al color.
- Incluso por la pintura realista anterior donde el tema preferido es el que ofrece las visiones cotidianas como las labores del campo o los paisajes, o algunas donde se empiezan a incluir la nueva visión industrial (la máquina, el humo, el ambiente del vapor, etc.).

En definitiva, las condiciones necesarias para que el arte se ocupe de todo aquel entorno que empieza a ser cotidiano al hombre: la máquina, la velocidad, el continuo movimiento a su alrededor, la sensación de confusión que provoca a veces ese movimiento, la sensación de confusión que van a crear las diferentes manifestaciones sociales de este siglo, las dos grandes guerras, etc.. Todo ello va a ofrecer como consecuencia la gran diversidad de **ismos** que poblará el arte de nuestro siglo.

En nuestro caso y en cuanto al tema que nos ocupa, nos centraremos en el protagonismo de la máquina y sobre todo en el movimiento implícito de la misma como factor enteramente estético y expresivo.

Así pues estableceremos una nueva catalogación en referencia directa a esa **máquina**, al **movimiento** y su aportación al **arte** ocupándonos primeramente de las diferentes formas en su representación.



*Pereza. Pieter Brueghel el Viejo, 1556.*

Detalle de la serie los Siete pecados capitales

### 3.1.3.2 Representaciones mecanicistas

Ya hemos hablado de diferentes representaciones de la máquina a lo largo de la historia, y, casi en su totalidad, hemos dicho que, sobre todo, eran representaciones **descriptivas**: donde se intentaba ofrecer una visión de las mismas para el conocimiento de su estructura y constitución; donde, se detallaban las diferentes piezas de que estaba constituida, así como de la descripción de su funcionamiento. En muy pocos casos la máquina había sido tratada, de otra forma que no fuera, como objeto de estudio, catalogación o de descripción.

Hemos hablado, por otra parte, del interés que tenían por las mismas; artistas del Renacimiento y anteriores como: Brunelleschi, Donatello, Ghiberti, Leonardo, etc. y la gran dedicación, sobre todo, de este último; pero decíamos, que habían sido tratadas casi exclusivamente de forma descriptiva, tan solo Leonardo por su condición artística personal hace que la mayoría de sus representaciones resulten altamente estéticas y en todo caso **expresivas**. Otro caso singular y que se acerca más a la idea de representación puramente artística de las máquinas, sería el caso de **Pieter Brueghel el Viejo**, pintor flamenco del s. XVI que se interesa también por las máquinas y las incluye en algunas de sus obras, a veces como elementos más de la composición como en la **Torre de Babel**, o en otros casos metamorfoseados con el hombre como en su serie de los pecados capitales, concretamente en el de **la Pereza**, donde un brazo humano sirve como aguja del reloj, y otro cuerpo cargado con martillo y la campana da las horas a modo de cu-cu. En cualquier caso y a pesar de su tratamiento pictórico, debemos también comentar su aspecto descriptivo ya que estas máquinas no solo podrían servir como elementos formales de sus obras sino que podrían considerarse auténticos **documentos** representativos de la tecnología de la época, reflejando un claro conocimiento técnico de las mismas, en las que ofrece detalles totalmente contrastados con otros documentos de

la época, lo que nos da a entender el grado de conocimiento técnico de algunos artistas de estos tiempos y la importancia que dan al mundo de la técnica.

Pero va a ser el s. XIX, con su sociedad industrial el que ponga las bases para que la máquina entre a formar parte, como un tema o elemento más, en las representaciones de los artistas, preocupados por reflejar el nuevo mundo **mecanicista** que les rodea. Va a ser este tipo de representaciones de máquinas el que nos va interesar en este s. XX, y del que se van a hacer partícipes aquellos artistas preocupados por el tema, bien por el interés que le despiertan en si mismas por sus formas o movimientos, bien por una respuesta crítica a su utilización. En cualquier caso a nosotros nos va a interesar el hecho de su utilización como un nuevo elemento a veces figurativo, a veces podríamos denominar maquinista en cuanto a su representación formal, a veces abstracto en relación con su estructura geométrica o movimiento. En definitiva la representación puramente artística de todo aquello que signifique **máquina** y **movimiento**, y que a su vez englobaremos en un tercer término que recoja un poco el sentido general de ambos, a efectos de unificación. Para ello utilizaremos el término **mecanicismo**. Término, que a pesar de dar un sentido general al trabajo, resultaría un tanto ambiguo por lo que no nos queda más remedio que intentar establecer los distintos referentes; que aún teniendo en común la idea general del término, van a ser diferentes en cuanto al sentido o idea que cada uno de los autores tiene, de la representación.

Para dar una idea general y haciendo referencia a la situación del arte de principios del s. XX, debemos decir que ante todo nos encontramos en un auténtico punto de inflexión, donde se está produciendo un desplome de todo lo que había supuesto el arte académico. Ya en el s. XIX, **El Realismo** había cambiado la idea de arte al introducir temas cotidianos en sus representaciones, pero aún se conservaba la técnica y la forma de representación. **El Impresionismo**, como otro paso hacia adelante introducía el

**análisis formal**, preocupándose sobre todo de la luz y el color. El arte no podía quedarse al margen de todas las teorías científicas que se estaban desarrollando sobre el color; su origen y composición; la existencia de tres colores primarios (amarillo, cian y magenta), que en su mezcla dos a dos proporcionaban otros tres complementarios (verde, naranja y violeta); y la propuesta de Chevreul acerca de los **contrastes simultáneos** o la sensación de visión del complementario que se produce en torno al primario.

Todo ello va a hacer que los esquemas tradicionales del Arte salten por los aires, encontrándonos ante una nueva situación, como si de una especie de vacío se tratase, como con la necesidad de llenar ese espacio sin mirar hacia atrás; habría que buscar nuevas formas de representación; habría, por lo menos, que criticar o ratificar lo anterior; surgiendo así las diferencias que producen las propias tendencias del artista como individuo, sus inquietudes. Como ejemplos:

- Los **Fauvistas** con Derain o Matisse al frente, reivindicarían la importancia de la imagen y el color en contra de esas “simples sensaciones luminosas”, que criticaban de los impresionistas.

- Los **Expresionistas**, más implicados en la búsqueda del interior del hombre, de sus deseos ocultos, de sus angustias, de sus temores, etc., con Ensor, o Munch y su obra “El Grito” como símbolo de todo un movimiento.

Los **Cubistas**, por otra parte, como representantes de la corriente analítica, con Picasso y Braque al frente, vendrían un poco a ser los continuadores de los impresionistas, por lo menos en cuanto a la idea de análisis y fragmentación; no ya en cuanto a la luz y al color se refiere sino en cuanto al espacio y las formas, mediante la **construcción** o **descomposición** a base de planos geométricos, como síntesis o formas simples que ofrecerían a la vez una especie de multivisión y que rompían totalmente con la imagen real y directa.

Esta especie de ensamblado o imagen multivisión, que bien nos podría recordar a la que nos refleja un espejo roto; abriría un



campo enorme al mundo de la creación de este s. XX; que se ve totalmente liberado de la figuración tradicional que a lo largo de toda la historia, habían impuesto las propias normas que nos ofrece la visión real. Para pasar con esta nueva visión y a través del espacio, hacia otra dimensión donde podemos percibir al mismo tiempo situaciones imposibles en una visión real: como dos planos opuestos de una misma figura, o dos posiciones diferentes en el espacio, de la misma figura.

La misma idea de desfragmentación y planos geométricos que ofrecía esta multivisión, abriría una amplia panorámica a otras corrientes artísticas que en estos momentos de la segunda década del s. XX intentan reflejar sus inquietudes y la imagen del mundo que les rodea; como el mundo industrializado y la gran ciudad; o los grandes movimientos sociales que se producen en la Europa de este tiempo: como el movimiento **Futurista** italiano; o la Revolución Rusa y los **constructivistas**.

Todos ellos, van a encontrar en el **Cubismo** una referencia o apoyo para después desarrollar su propio lenguaje plástico:

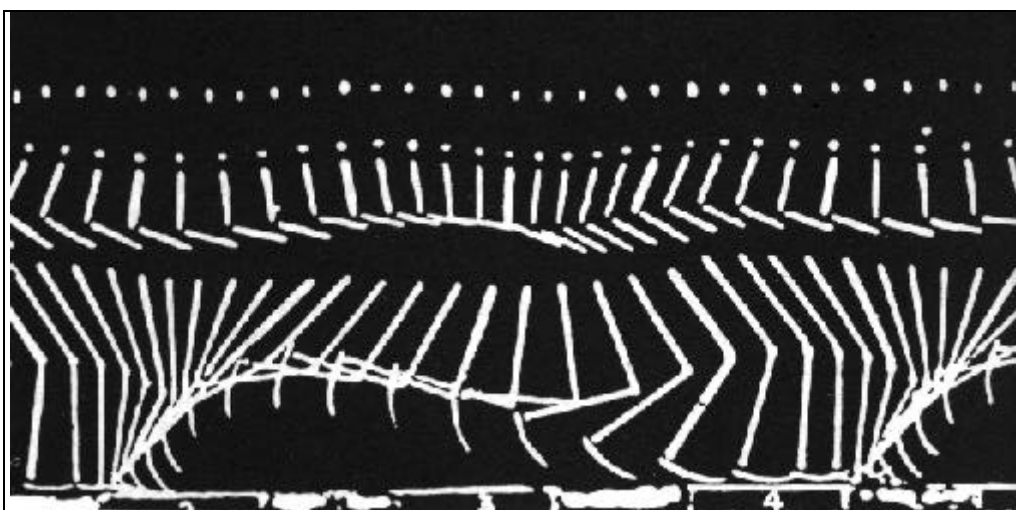
- En el caso de los **futuristas** italianos: la idea de representación de esa sociedad industrial mecanizada, del continuo movimiento de sus gentes, de la velocidad de los nuevos vehículos automóviles, etc.

- En el caso de los **constructivistas** rusos: la idea de construcción de una nueva sociedad, de romper con lo anterior, de utilizar una nueva imagen donde el artista participase en todos los órdenes al servicio de esa nueva sociedad que debía significar progreso en torno a esa idea de construcción y mecanización.

En **general** a todas aquellas ideas, también, que intentaban reflejar la nueva imagen de la gran ciudad, de sus escaparates, los destellos de color de sus carteles luminosos, las construcciones de sus torres, sus puentes, etc.; en definitiva la imagen que ofrece la nueva sociedad y su entorno mecanicista y el gran interés que va a despertar en muchos artistas, como por ejemplo, Delaunay o Fernad Léger entre otros.

En esta idea **mecanicista** y su representación, nos vamos a basar para encontrar esa relación arte-movimiento que estamos intentando definir en este último apartado; donde la idea de la máquina se cruza con el movimiento, la pintura con la escultura o la figuración con la abstracción. Para ello analizaremos diferentes posturas; con las que, los artistas se van a enfrentar a estas ideas del mundo de la máquina, del movimiento, y su representación. A través de aquellas corrientes que encontramos más representativas, como:

- El Futurismo Italiano
- El Constructivismo Ruso o personajes como:
- Robert Delaunay
- Fernad Léger
- Marcel Duchamp
- Francis Picabia



*Cronofotografía de E. J. Marey, 1887*

### 3.1.3.2.1 Futurismo Italiano

Se puede decir que el Futurismo surge como un movimiento socio-político; en esencia como un partido político que reivindica el nacionalismo y el establecimiento de una nueva cultura acorde

con la nueva sociedad mecanicista que se impone en esos tiempos. Su punto de partida serían las ideas del escritor italiano Filippo Tomaso Marinetti (1876-1944), que el 20 de Febrero de 1909 publica en las páginas del periódico parisino “Le Figaro”, el **primer manifiesto futurista** de corte totalmente revolucionario y agresivo donde se pretende la total modernización de la cultura, rompiendo totalmente con cualquier tipo de pasado. Propone la guerra y la destrucción de las instituciones representadas por los poderes del gobierno o el Vaticano; y en lo que respecta al arte, por las academias y los museos.

**<< Destruiremos museos y bibliotecas y lucharemos contra el moralismo, el feminismo y toda la cobardía utilitaria >>**

En su idea de arte, no tarda en contactar con los pintores más jóvenes italianos que intentan aportar algo nuevo al mundo del arte, y que ven en las ideas de Marinetti una salida a sus aspiraciones.

**<< Declararemos que el esplendor del mundo ha sido enriquecido por una forma nueva de belleza: la belleza de la velocidad. Un automóvil de carreras adornado de grandes caños como serpientes de aliento explosivo: un bólido rugiente que parece correr sobre metralla es más hermoso que la Victoria de Samotracia. >>**

La idea de romper con las anteriores estructuras académicas, que por otra parte ya era un hecho en París, con los anteriores movimientos de vanguardia o como, en ese mismo momento lo estaba realizando el Cubismo; era una idea tentadora para esos pintores jóvenes, que ya trabajaban en sintonía con esas otras corrientes de vanguardia como el Neoimpresionismo o el mismo Cubismo. Las referencias de estas otras corrientes, con las cuales ya habrían asimilado la ruptura de la representación formal del color y del espacio; unido a la idea de Marinetti en cuanto a la representación del nuevo orden y sus protagonistas como la máquina, la velocidad y el continuo movimiento; les abriría las puertas hacia otro orden como era esa dualidad importante de

**espacio-tiempo.** Así pues, la máquina y la representación del movimiento, se van a convertir en los ejes de investigación de este movimiento.

El grupo de pintores en torno a Marinetti estaría formado por: Giacomo Balla, el más viejo del grupo y a la vez maestro de otros dos componentes, Boccioni y Severini, además de Carrá y Russolo. Todos tienen precedentes de las corrientes artísticas que imperan en ese momento y a la vez, van a utilizar los recursos formales similares; como las aplicaciones de color tipo puntillista, o el tratamiento de espacio a base de multitud de planos tipo cubistas. Pero, sería, la representación del **movimiento**, la gran aportación y la idea que les iba a identificar como grupo autónomo y separado, al mismo tiempo, de los otros movimientos artísticos. En sus propios manifiestos pondrían las bases de lo que en adelante pretendían con su arte futurista: << **La máquina como única expresión del dinamismo y la velocidad como el nuevo signo de los tiempos.** >>

Así el Futurismo pondría uno de los pilares para que la máquina y el movimiento formasen parte del nuevo lenguaje de ese complicado mundo del arte, abriendo el camino a otros lenguajes similares y a lo que más tarde, podía representar el nacimiento del Arte Cinético.

En su manifiesto técnico futurista, publicado el 11 de Abril de 1910 proclamaban: << **El gesto que reproduzcamos en el lienzo no será más un momento fijo en el dinamismo universal. Simplemente será la misma sensación dinámica.** >>

A partir de este momento, el reto de todos los artistas implicados en este manifiesto sería el intento de **representación del movimiento**. Cada cual, evidentemente bajo un punto de vista particular y de acuerdo a sus propias inquietudes. En este sentido podemos recoger tres características importantes que van a marcar y a definir un poco la situación general del grupo:

- El hecho **formal** en cuanto a la representación en base y a la manera de otros movimientos como el Neoimpresionismo o el Cubismo.

- El hecho **analítico** y conceptual que les mueve a unirse para intentar la representación del movimiento.

- El hecho **expresivo** y particular de cada uno en cuanto a sus propias inquietudes personales.

Se puede decir que tanto el primero en cuanto al hecho formal, y el tercero en cuanto al hecho expresivo, se pueden considerar como situaciones comunes entre cualquier artista de cualquier corriente. Se parte de una referencia en cuanto a la representación, utilizando formas y técnicas similares a lo que ya se conoce; y a partir de ahí, uno, intenta expresar sus propias inquietudes. Siendo el segundo punto, podríamos llamar el de interés colectivo, dirigido a una empresa en común, aquel que va a unir realmente al grupo y al mismo tiempo lo va a diferenciar de otros, en la búsqueda de algo diferente y que va a marcar el nacimiento de una nueva corriente, la corriente mecanicista y la representación del movimiento.

En referencia al primer punto, se ha hablado mucho del hecho formal y las similitudes con otros movimientos por lo que algunos criticaban de ciertas dependencias con esos otros movimientos, por ejemplo del Cubismo. Lo cierto es que no se debería dar mayor importancia al hecho, si hacemos un análisis razonado de la situación. En su mayoría son pintores jóvenes, que quieren romper con el pasado y lógicamente se encuentran al lado de las vanguardias neoimpresionistas o cubistas, que de alguna forma significan esa rotura con lo clásico. Por lo tanto es lícito que busquen una referencia técnica y formal en cuanto a su aprendizaje. Al fin y al cabo su meta importante estaría dirigida en otro sentido: en el sentido particular, a la búsqueda de la expresividad individual; y en el sentido colectivo ante la idea común de representar a una nueva sociedad en un constante y frenético movimiento.

En referencia al segundo punto, o idea colectiva que va a marcar la verdadera diferencia con el resto del mundo artístico, debemos diferenciar la parte sociológica y de principio del movimiento, en base a las pautas generales que marca Marinetti como ideólogo del Futurismo en cuanto a la ruptura radical y agresiva con toda la cultura clásica anterior. << **Los elementos esenciales de nuestra poesía serán el coraje, la audacia y la revuelta. Asimismo queremos exaltar el movimiento agresivo, el insomnio enfebrecido, las carreras, el salto peligroso, la bofetada, el golpe.**>>

Decíamos que dentro del contexto general que proclamaba Marinetti y que dirige a la totalidad de los movimientos artísticos. Los artistas plásticos, también como futuristas, deberían buscar su propio lenguaje; un lenguaje nuevo de acorde a los propios principios generales del Futurismo que ensalzaba en todo momento los nuevos tiempos, la vida agitada de la ciudad en constante movimiento, la elevación de la máquina hacia el mito, el amor a la velocidad, el amor al riesgo; todo se fundamentaría en el cambio constante, todo les llevaría a la búsqueda del movimiento. Así pues como representantes plásticos, debían plasmar ese **movimiento**; debían convertir ese movimiento en la idea común de todo el grupo; el movimiento sería su seña de identidad; debían pensar en movimiento.

Uno de los apoyos importantes en cuanto a la forma de como podían representar este movimiento lo encontrarían en los trabajos de **Marey** (1830-1904), médico y fisiólogo francés, interesado en el movimiento de los hombres y los animales, que desarrolló en 1882 un sistema de fotografía múltiple llamado **fusil fotográfico**, consistente en la toma secuencial de fotogramas de cualquier cuerpo en movimiento. La característica esencial de estas **cronofotografías** era la impresión de la totalidad de la secuencia dentro del mismo soporte fotográfico ofreciendo una sola imagen con el resultado del conjunto de fotogramas donde se visualizaba la secuencia del desplazamiento, a diferencia de la fotografía

normal que solo ofrece un fotograma; o de la toma cinematográfica que consigue la secuencia por medio de la película multisoporte donde se suceden el conjunto de fotogramas que va a formar la ilusión de imagen en movimiento.

La cronofotografía de Marey que ofrecería en la misma imagen esa secuencia formada por un cuerpo que se desplaza en el espacio, serviría perfectamente de modelo a las pretensiones de los futuristas que encontraron así un medio adecuado y un referente científico para llevar a cabo sus representaciones.

También debían estar al tanto de los estudios sobre el movimiento estroboscópico y la forma como se comporta la retina al percibir las distintas imágenes. Wertheimer (1880-1945), investigador estadounidense de origen checo y uno de los máximos exponentes de la Gestalt, alude a la persistencia de la imagen en la retina aun cuando ya se está percibiendo la siguiente, por lo que el cerebro al recibir esa sucesión de señales correspondientes a la secuencia de imágenes que se van superponiendo ayudarán a crear esa sensación de continuo movimiento. Teoría a la vez que aprovecha el cine para comunicar ese movimiento. Los futuristas en su manifiesto técnico también aludirían a este fenómeno, **<<Debido a la persistencia de la imagen en la retina, los objetos en movimiento se multiplican a si mismos constantemente; su forma cambia como rápidas vibraciones en su loca carrera. De ese modo, un caballo en movimiento no tiene cuatro patas, sino veinte, y sus movimientos son triangulares>>**

La idea sería ofrecer directamente a la retina esa **simultaneidad** que transmitida directamente al cerebro, interpretaría la sensación de imagen en movimiento.

A partir de aquí, se puede decir que cada uno de los artistas que van a formar parte de este movimiento Futurista, tendrían una meta común hacia el estudio y representación del movimiento. Evidentemente, cada uno de ellos, desde una perspectiva particular que analizaremos en el siguiente punto.

Sobre este tercer punto y en cuanto al hecho expresivo de cada uno de ellos se refiere, debemos decir que, a pesar de la idea de representación e investigación común a cerca del tan traído y llevado movimiento, existen en cada uno de ellos, sus propias preocupaciones que van a hacer de su obra, también, representaciones particulares.

En el caso de **Giacomo Balla** (1871-1958), sería el representante de la corriente **analítica**. Durante su preocupación futurista se ocupó de forma coherente de la representación de ese movimiento, apoyándose sobre todo en los estudios de simultaneidad de Marey, que llegó a plasmar hacia 1912 en obras figurativas como “El dinamismo de un perro con correa” o “Muchacha corriendo en una galería”, este último de estilo totalmente neoimpresionista. Para en 1913 presentar otros trabajos a los que llama, “Composiciones iridiscentes”, a base de motivos geométricos y totalmente abstractos, donde realiza estudios de luz y color.

**Luigi Russolo** (1885-1947), músico profesional y pintor autodidacta se ocuparía sobre todo del mundo de las **sensaciones**, las cuales intentaría plasmar en sus pinturas, como “El perfume” de 1909 donde su sensación envuelve la cabeza de mujer; o “Música” de 1911 donde el sonido parece surgir del piano y extenderse en forma de serpiente; o en “Memorias de una noche” de 1911 donde la luz de un farol se expande en forma de ondas para atravesar la penumbra, hacia unas siluetas poco definidas. En todos ellos también se aprecia el efecto de simultaneidad aplicado por Marey.

**Carlo Carrá** (1881-1966), es uno de los principales teóricos del grupo y le va a interesar sobre todo el tema **social**. Está también influenciado por la fotografía de Marey, así como por los Cubistas; y su obra más representativa sería “El funeral del anarquista Galli” de 1911 donde representa la lucha entre huelguistas y policía; es un tema figurativo donde las formas humanas y el color rojo se mezclan con una multitud de líneas que

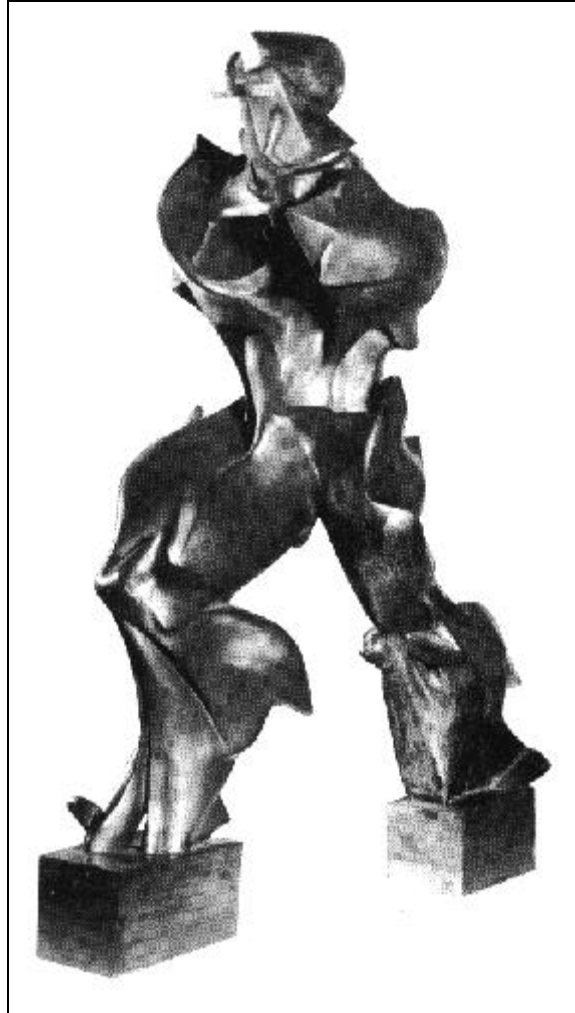


van a representar el movimiento. En 1915 abandonaría el Futurismo para junto con Giorgio da Chirico dedicarse a lo que ellos mismos denominarían “Pittura Metafísica”.

**Gini Seveini** (1883-1966), que vive en París es posiblemente el que esté más influido por los Cubistas; comparte las ideas futuristas en cuanto a la representación del movimiento; pero sus obras nos recuerdan más, a composiciones cubistas; como ejemplo puede ser su obra “El tren de la cruz roja” de 1910, donde utiliza la máquina en el centro de la composición como generadora del movimiento, que se desplaza humeante a través de un paisaje formado por una multitud de planos, a la manera cubista.

Es patente la **falta de recursos** en cuanto a la creación de estilo por parte de los futuristas, tan pronto utilizan el puntillismo neoimpresionista, como los planos cubistas, como las ondulaciones modernistas; en definitiva esa actitud poco personal ante el vacío y la falta de un estilo propio; incluso Severini en un momento, propone la visita a París a los estudios cubistas con el fin de encontrar posibles referencias y soluciones que enriquecieran su estilo; a tal efecto Boccioni y Carrá son presentados por Severini a los Cubistas; de los cuales y a pesar de su empeño en alejarse de ellos sobre todo en cuanto al concepto de espacio estático, no se terminan de liberar en cuanto al modo representativo, a base de planos en el espacio físico del cuadro.

Posiblemente el autor que más nos pueda interesar en cuanto a este trabajo se refiere, sería Boccioni, que además de pintor, era escultor, por lo que intentaría trasladar la idea de movimiento también a sus trabajos de escultura; aunque sólo lo haría en la realidad, desde el punto de vista de movimiento figurado, a la manera de como se realizaba en pintura; dejando entrever ya en sus trabajos teóricos la posibilidad de la inclusión del movimiento real.



*Formas únicas de continuidad  
en el espacio.*  
Umberto Boccioni , 1913

**Umberto Boccioni** (1882-1916), es considerado como el verdadero **autor** teórico del manifiesto técnico futurista. Al igual que sus compañeros utiliza en sus pinturas diferentes recursos, neoimpresionistas y cubistas sobre todo en sus últimos trabajos después de visitar los estudios cubistas de París, a finales de 1911. Apollinaire calificaría sus trabajos de "estados mentales"; en ellos en la mayoría de los casos intentaría ofrecer **visiones simultaneas**;

bien dentro de la **misma obra**, considerando el mismo espacio del cuadro, como “Los ruidos de la calle invaden la casa” de 1911, donde refleja dos ambientes, el del interior de una casa con una mujer de espaldas asomada a un balcón, y la visión de la calle y la multitud que la invade. En otros casos las visiones corresponderían a **más de una obra**, como el intento de mostrar la ciudad en tres tiempos distintos como, al **amanecer**, durante el **día** y por la **noche**. O en las despedidas, reflejando la misma situación desde puntos de vista diferentes: “**Los que se van y los que se quedan.**”

En lo que a nosotros respecta, sin duda el aspecto que más nos va a interesar sería su punto de vista ante la escultura; a la que también intenta trasladar la idea de movimiento. En su “**Formas únicas de continuidad en el espacio**”, escultura en bronce de 1913 donde representa a "un hombre que anda", intentaría no solo reflejar esa sensación de desplazamiento del hombre en cuanto a la posición, en lógica postura de sus piernas, sino a esa prolongación de las masas que se alargan en el espacio para fundirse con la atmósfera que atraviesa. Como él dice: << **Para representar un cuerpo en movimiento, yo no doy ciertamente su trayectoria, es decir su paso de un estado de reposo a otro estado de reposo, sino que me esfuerzo por fijar la forma única que expresa su continuidad en el espacio**>> .

Esta escultura sin embargo, a pesar de recoger la idea de representación del movimiento de una forma que rompía también con el espacio clásico en cuanto a la representación de los volúmenes, no terminaba de romper definitivamente con la **estática** real y de alguna forma, solo estaba trasladando las ideas de pintura hasta el mundo de la escultura donde aún perduraba la idea de la **estatua**. Y todo ello a pesar de su Manifiesto técnico de la escultura futurista, publicado en abril de 1912 donde, ya, propone la inclusión de nuevos materiales como las láminas de vidrio, celuloide, o diversos metales para conseguir el volumen, así como la aplicación de luces interiores o exteriores para **dinamizar**

la composición. Pero donde iría un poco más lejos sería al pensar en la utilización de medios mecanicistas para **animar** esas esculturas: <<**Si una composición necesita un ritmo especial de movimiento... se le podría aplicar un pequeño motor que diera un movimiento rítmico**>> .

Esta idea de incluir elementos móviles y aplicarles además una fuerza motriz, como si de máquinas se trataran, van a ser sin duda una premonición de lo que más tarde se va a considerar la escultura **cinética**.

En lo que se refiere a esta idea global de mecanicismo; donde incluíamos tanto el intento de la representación del movimiento como el interés por las máquinas y en general por la nueva imagen que ofrece esa sociedad industrial y ciudadana; hemos hecho referencia a Las Vanguardias y al **Cubismo**; sobre todo, de ese cambio de actitud del ARTE frente a lo que consideraban clásico y anclado en la tradición; al mismo tiempo ofrecían nuevas perspectivas hacia un nuevo sistema de representación con la inclusión de cualquier tema y la creación de nuevos espacios. Por último el interés de los **futuristas** por la representación de ese nuevo mundo de máquinas, velocidad y movimiento.

Dentro de este orden e influenciados también por los nuevos tiempos, encontramos diferentes caminos de acuerdo a la propia personalidad del artista.

Frente al Cubismo puro, preocupado sobre todo del espacio; o del Futurismo, sobre el hecho de la representación del movimiento en base a las investigaciones y los trabajos fotográficos de Marey; otros, se van a preocupar de aspectos diferentes, como es el caso del francés Robert Delaunay.

*Homenaje a Blériot*  
· Robert Delaunay, 1914



### 3.1.3.2.2 Robert Delaunay (1885-1941)

Partiendo de la idea cubista de representación del espacio y la idea futurista del interés sobre la nueva imagen de la ciudad, se va a mostrar, sobre todo, interesado en la importancia del **color** como reflejo de esa constante sensación de cambio y movimiento que producen ante nuestros ojos, por ejemplo, las nuevas visiones de los carteles luminosos en la noche de la ciudad.

También los reflejos de las máquinas, con sus ejes, volantes o aspas en rápido movimiento circular; y todo ello, ante la nueva visión dinámica del París bullicioso con la torre Eiffel como monumento a la nueva sociedad de la máquina y la industria que en ocasiones se mezcla con el desnudo clásico, provocará en Delaunay la necesidad de reflejar el cambio hacia un arte **nuevo** donde el análisis y el mundo de las sensaciones le llevarían, en algunos de sus trabajos, a realizar composiciones totalmente

abstractas en base a formas **circulares** de color, donde analizaba sobre todo la sensación de dinamismo que provoca el contraste simultáneo. Esta nueva forma de representación donde lo importante era la exaltación del color, Apollinaire lo denominaría **Orfismo**.

Se puede decir que es un hombre que adapta el Impresionismo al Cubismo; que utiliza el interés por la luz y el color de los impresionistas, en espacios que trata de forma cubista; ante todo le interesa la energía; la energía traducida en color que produce la luz; la energía del movimiento que transmiten las máquinas; y la sensación y los reflejos que producen al mover sus elementos circulares, como las hélices de un avión; la sensación de tensión de las estructuras góticas o la construcción totalmente metálica de la torre Eiffel. Todo ello lo va a reflejar en obras como los trabajos sobre formas circulares que realiza sobre todo en los años 1912-13-14 donde incluye el *Homenaje a Blériot* de 1914 como ejemplo del triunfo de la máquina sobre el aire, en recuerdo del primer vuelo sobre el Canal de la Mancha en 1909. O la misma elevación de las bóvedas góticas y la captación de la luz y el color a través de sus vidrieras, como en sus estudios de Saint-Séverin de 1908, donde ya se aprecian en el suelo las formas circulares de color, posiblemente interpretadas por los reflejos de color que transmitían las vidrieras. O la sensación de grandeza de la torre Eiffel que aparece en multitud de visiones que hacen referencia al paisaje de París.

En definitiva se puede decir que Delaunay completaría aún más la idea de dinamismo dentro del arte. Si los futuristas incorporaban los estudios sobre la imagen simultánea y la persistencia en la retina durante cierto tiempo, en base a los trabajos fotográficos de Marey; Delaunay incorporaría la sensación de dinamismo en base a sus formas circulares y al color; así como la aplicación de la teoría de contrastes simultáneos de Chevreul.

Como vemos, la **ciencia**, en un caso representada por Marey, en otro caso por Chevreul, se incorpora al mundo del arte ante el

interés que también despierta en esta comunidad artística; ávida, en muchos casos, de incorporar todo lo que suene a innovación y modernidad que ayude a romper la relación con el pasado.



*Los jugadores de cartas. Fernand Léger, 1914*

### 3.1.3.2.3 **Fernand Léger** (1881-1955)

Otro de estos artistas que se movían en el entorno del cubismo y que a la vez intentaba su aportación particular sería Fernand Léger. En él, lo que más vamos a destacar va a ser su casi obsesión por el mundo de la máquina, sobre todo por su apariencia externa, sus colores y reflejos metálicos, las formas redondeadas y tubulares; en definitiva la nueva imagen mecanicista que quiere reflejar, como si de un mundo de **robots** se tratara.

Cuando hablamos del mundo de la máquina y el interés que puede despertar en los diferentes artistas, debemos diferenciar precisamente esta forma en particular con que cada uno de ellos se enfrenta al tema. Cuando hablábamos de Leonardo da Vinci hacíamos una división en cuanto a su forma de representar las máquinas de acuerdo con su cometido, pero sobre todo y al margen de su expresividad se intentaba sobre todo la

representación **descriptiva**. En el caso de Bonhommé, la máquina, como un elemento más de la composición y de forma objetiva, formaría parte de la escenografía del cuadro encargado de ofrecer **información** de una labor determinada. En el caso de Brueghel, a veces representaba curiosas **mutaciones** máquina-hombre, donde el hombre parecía formar parte de la máquina como si de una pieza más, se tratase. En el caso de Delaunay, la máquina y sobre todo su energía, y la **sensación** que nos puede producir, como las hélices de un avión, sería su máximo cometido. En el caso de Léger, la forma como afronta el tema de la máquina es diferente al de todos los descritos anteriormente y tan solo tendrá algunas referencias con Brueghel y Delaunay. En este sentido podemos hacer un análisis partiendo de dos aspectos importantes que nos ayudara a entender la forma con que Léger va a afrontar este nuevo tipo de representaciones y su importancia en el nuevo marco artístico:

- En primer lugar debemos hacer referencia a su formación cubista y por consiguiente al divisionismo como la forma de estructurar el espacio del cuadro.
- En segundo lugar, el gran interés que va a despertar en él la nueva sociedad industrial y sobre todo el mundo de la máquina, sus formas, sus reflejos. En este punto va a coincidir, en esencia, con los futuristas y Delaunay.

En cuanto al primer apartado, otra vez tenemos que hacer referencia al Cubismo y su importancia en cuanto a la gran apertura de posibilidades que proporciona a los artistas, no solo por el nuevo concepto que establece en cuanto a la nueva forma escénica; sino también como la nueva visión fragmentada, que ofrece una nueva forma estética y llena de recursos para plasmar diferentes ideas. Los futuristas los utilizarían para sus representaciones simultaneas; Delaunay para sus contrastes de color; y Léger para la construcción de sus visiones y escenas mecanicistas. En este sentido y enlazando con el segundo punto y el interés que Léger va a sentir por el mundo de la máquina,



habría llegado el momento de hacer una nueva aportación: el **mecanicismo** como idea principal. A partir de aquí, Léger, nos iba a ofrecer una nueva visión; la máquina ya no solo formaría parte de una composición o la referencia en cuanto a la representación del movimiento; aquí la máquina se convertiría en la auténtica protagonista, aportaría una nueva estética, aportaría un nuevo código visual, donde las personas se mecanizan o las máquinas se personalizan. Ya no son aquellas máquinas-hombres de Brueghel donde se diferenciaba la forma-máquina de la forma-hombre conviviendo las dos en un mismo conjunto; en el caso de Léger, los propios códigos formales del hombre y de la máquina se transforman, se funden, se unifican para ofrecer unas formas unitarias, como una mutación extraña, como una máquina con estructura y configuración humana de contornos cilíndricos y piel de hojalata.

Se puede decir que Léger, como casi la totalidad de pintores de esta época, va a encontrar en el Cubismo su punto de partida para ir desarrollando poco a poco su propio punto de vista y su propio lenguaje plástico:

- En un primer periodo que va a abarcar los años de 1911 al 14, y tiene que marchar a la guerra; realiza una pintura, podríamos decir de **análisis de las formas**. En referencia con Delaunay, al igual que éste analizaba los **contrastes de color** a través de esa estructura de planos, Léger realizaría sus **contrastes de formas**, donde empezarían a destacar los planos limitados por curvas, y el tratamiento gradual del claro-oscuro. Contraste, que les iba transformando a modo de chapas curvadas y volúmenes cilíndricos, para crear una nueva visión, donde se recuperaba en cierta forma el espacio escenográfico a base de espacios curvados superpuestos, que nos proporcionaban esa sensación de profundidad.

- A su regreso de la guerra, Léger, profundizaría más en este sentido de la especialidad y nos va a ofrecer visiones totalmente **escenográficas** desde un único punto de vista, en contra de la

clásica multivisión que ofrece el Cubismo de Braque o Picasso, como “Personajes en la escalera” o “Jugadores de cartas”; aunque no termina de abandonar la multivisión como en la visión múltiple de “La ciudad” de 1919 donde a modo de recortes va ofreciendo diferentes imágenes de una gran ciudad.

En definitiva y lo esencial de Léger, que a nosotros nos va a interesar para conectarlo con nuestro trabajo, va a ser esa preocupación suya por mostrarnos esa sociedad nueva, diferente, que se mueve en torno a la máquina, a la industria, dentro de la gran ciudad; donde el hombre se ve envuelto, engranado, transformado en dirección a una nueva imagen, a una nueva estética, donde los valores formales de la máquina también tengan su cabida como una nueva figuración, como una nueva naturaleza, como un nuevo retrato; en definitiva la elevación de la imagen de la máquina a la categoría de imagen artística, donde sus formas, sus tensiones, su estructura, la relación entre mecanismos, su transmisión de movimientos; sean capaces también de expresarnos las mismas sensaciones que la propia naturaleza viva.

En “Elementos mecánicos” de 1924, la máquina ya se nos muestra como un elemento autónomo, sin ninguna referencia a la estructura humana; a no ser que busquemos esa imagen, como el que busca en las nubes o las manchas de humedad; incluso tampoco se nos muestra como una máquina en su forma externa tradicional; tampoco hace referencia ni está asociada a ninguna de las funciones características de la máquina, como es la producción, incluso no se aprecia en ella ninguna relación con una determinada forma de funcionamiento o ritmo de movimiento. Solamente; su imagen abstracta, sus contrastes de formas, su color, su relación formal en el espacio del cuadro; nos va a transmitir esa sensación mecanicista, ese paisaje mecánico dentro de las fábricas; de los chirridos y el golpeteo, de los continuos y cambiantes reflejos que provoca la luz al chocar con las diferentes piezas en movimiento. Todo ello, sería una invitación de Léger hacia el mundo de la máquina, una manera de descubrir ese nuevo

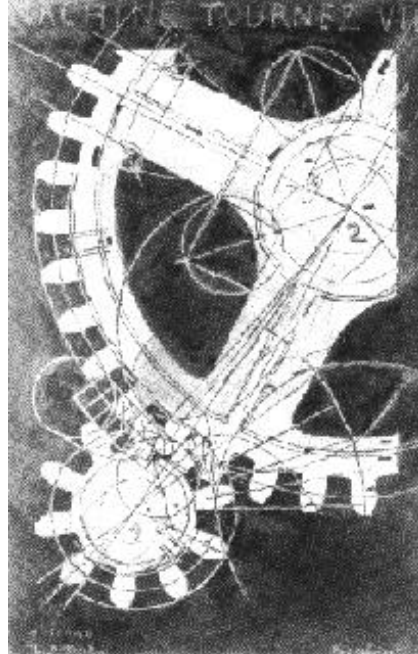
lenguaje estético, de sus formas, del entramado de sus piezas, de su intercomunicación, de ponerlas **realmente** en movimiento.

Sería otro paso importante hacia la idea de elevación del objeto manufacturado, en este caso de la máquina, hasta el estrato artístico que ocupaba ya la **naturaleza** en el arte y que se había ganado desde el Renacimiento. ¡Parecía haber llegado el tiempo de la **máquina!**



*Elementos mecánicos.* Fernand Léger, 1924

*Machine tournez vite.*  
Francis Picabia, 1916



#### 3.1.3.2.4 Francis Picabia (1879-1953)

En el caso de Francis Picabia, la utilización de la máquina en sus trabajos, sería totalmente particular.

Debemos decir que Picabia, en un principio, también se mueve dentro del entorno cubista; como ejemplo alguna de sus obras, “**Edtaonisl**” o “**Udnie**” (muchacha americana), fechadas en 1912 y 1913 respectivamente, no difieren mucho de otras pinturas cubistas salvo en la ausencia total de referencias figurativas. Como Delaunay o Léger, también va a sentir la necesidad de encontrar un lenguaje plástico donde él realmente pueda expresar su verdadera personalidad; hasta entonces se mueve dentro de la ambigüedad característica de la falta de una propuesta totalmente personal.

A finales de 1910 y en un intento de huir hacia otro orden que le desvinculase del Cubismo va a encontrar a Duchamp;

prácticamente en la misma situación que él y con inquietudes similares. Su amistad va a hacer que se desencadene en ambos la idea de ir un poco más allá del arte establecido cambiando su lenguaje de forma radical. A partir de ese momento, la máquina se va a convertir en su figura principal.

La idea generalizada de Picabia con respecto a la máquina no parece ofrecer dudas; en prácticamente la totalidad de los textos de arte que hacen referencia a la obra de Picabia, se establece una relación con la máquina como si de un objeto de crítica se tratara; su idea en contra de todo lo establecido: el estado, la religión, el arte, la sociedad; incluida la nueva sociedad mecanicista, que inunda la vida de nuevos y múltiples aparatos. Ante todo eso, y en contra de la misma máquina y del arte; propone sus famosos **antimecanismos** o representaciones de una especie de máquinas sin ninguna utilidad aparente. Con ellos, va estableciendo ciertos paralelismos en diferentes situaciones sociales como en el caso de la pareja hombre-mujer en su “**Machine tournez vite**” de 1916, donde traduce y refleja la relación del hombre y la mujer en base a dos engranajes en un perfecto estudio de sincronía; o “**Parade amoureuse**” de 1917 donde también establece ese paralelismo con una máquina formada por dos cuerpos que se enlazan mediante una serie de palancas dispuestas a moverse en una especie de danza nupcial.

Estas máquinas junto a sus siguientes manifestaciones mecanicistas posteriores, se van a convertir en referente para las nuevas ideas **Dadá** “en contra del mito del arte, del poder establecido y de la sociedad mecanicista que ha impuesto su poder de destrucción durante la gran guerra”.

De esta forma, podemos decir que Picabia y la utilización de la máquina en la gran mayoría de su obra debería cumplir dos funciones básicas:

- Por una parte, la función **anti-arte** en cuanto a la utilización de la máquina de una forma un tanto absurda y totalmente fuera de los esquemas hasta ese momento establecidos. Ya hemos

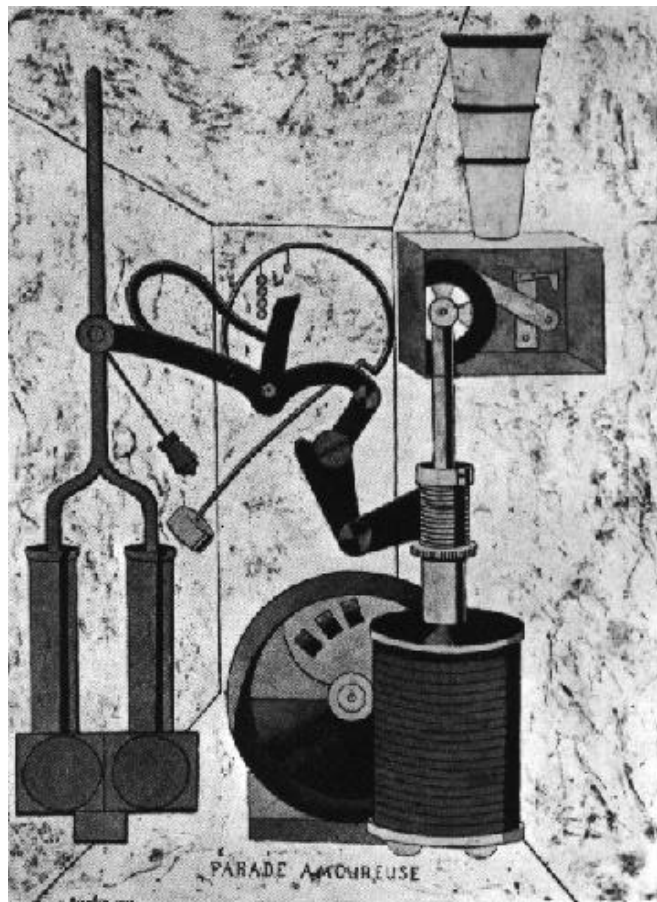
hablado de su utilización en Delaunay y Léger donde se ponían de manifiesto las sensaciones en cuanto al color y las formas como enriquecedoras del amplio espectro artístico que habían abierto las Vanguardias así como de cierta admiración a esa nueva sociedad industrial. En el caso de la máquina de Picabia tenía que ser todo lo contrario; debía cumplir una misión de antimecanismo, de ofrecer una imagen anti artística, una imagen opuesta a todo el arte anterior, con una estructura esquemática absurda, fuera de todas las reglas formales; jugar con lo descriptivo tipo cartel, proyecto o catálogo que rompía con la idea de expresividad del color, del espacio, de las formas, del movimiento, que en esos momentos representaba la imagen del cuadro. En síntesis, habría que vulgarizarlo

- Por otra parte, la representación de la máquina, debía cumplir la función de protesta **anti-sociedad**, haciendo referencia a los valores establecidos en general y a la nueva sociedad mecanicista que impone su ley de producción, de poder en los conflictos bélicos, de generalización en las calles, en las casas, en el arte, etc., en definitiva una crítica a la sociedad mecanicista en general.

Lo curioso del caso es que al final de todo, la historia del arte como si de una masa viscosa se tratase, iría rellenando también ese espacio considerado antiarte, para devorarlo y asimilarlo como si de una corriente más se tratase. Picabia en el **Manifieste cannibale dada** leído en París el 27 de marzo de 1920 nos da una muestra premonitoria: <<**Silbad, gritad, rompedme los dientes, )y que?. Aún os diré que sois unos retardados. En tres meses, mis amigos y yo os venderemos nuestros cuadros por unos pocos francos.**>>

Al igual que su amigo Duchamp y el intento de éste por desmitificar todo aquello considerado artístico, como el cuadro o la escultura tradicional, introduciendo sus readymade u objetos funcionales a los que descontextualizaba cambiándoles automáticamente sus esquemas visuales; de esta forma también Picabia introduce sus mecanismos en la superficie del cuadro para

que cumplieran una función similar: la de vulgarizar la estética y el sentido de la obra tradicional, con formas poco proclives a la visión estética habitual. Lo que ocurre es que si analizamos detenidamente la obra de Picabia, nos vamos a encontrar con una serie de contradicciones que, a lo largo de la historia, van funcionar en sentido contrario de lo que se pretende; por lo menos, de lo que él y los historiadores nos dice que pretendía, en teoría.



Parade amoureuse. Francis Picabia, 1917

En la realidad tanto Picabia, como Duchamp, como Jean Arp, o Kurt Schwitters, no pueden desvincularse de su propia personalidad artística y creadora; de los valores formales de la representación artística, que los hace caer en sus propias redes; ¡Que más da que, las formas de Jean Arp que distribuye en el espacio de su “**Trousse d’un Da**” (1920), sean trozos de madera vieja, si al final el espectador va a ver en ellos una composición de elementos de una textura y color determinado, que se van a distribuir en el espacio de una forma dinámica y equilibrada!. Si a ello le añadimos el sentido crítico del cuadro respecto a la sociedad y al propio arte, habremos ayado en factor conceptual que lo convierte también en manifestación artística.

En este sentido y en lo que se refiere a la obra de Picabia, podríamos hacer un paréntesis y abandonar la idea **antimecanicista** que de él se tiene establecida, por lo menos en cuanto a este trabajo donde intentamos buscar referentes de la aportación de la máquina y el movimiento hasta su inclusión en el Arte Cinético.

En primer lugar debemos poner de manifiesto el interés “soterrado” de Picabia por el tema mecanicista. Si ofrecemos una visión general, en cuanto a diferentes formas de enfrentarse con la máquina de los artista de este tiempo, veremos que existen diferencias importantes y curiosas:

- Fernand Léger, basará prácticamente toda su obra en la máquina, pero desde un punto de vista **idealizado** en cuanto a las nuevas sensaciones que puede provocar al hombre que convive y se mueve a su alrededor. Lo hace sin tener un conocimiento técnico ni de funcionamiento de la misma; solamente, en el apartado plástico, le interesa su apariencia externa, sus formas, el efecto de la luz al chocar con sus piezas metálicas, en definitiva su adaptación al arte aportando una nueva estética; al igual que su adaptación a la vida cotidiana.

- Duchamp, Schwitters o Hausmann, en sus trabajos como “La rueda de bicicleta”, “Construcción para damas nobles” o “Cabeza



mecánica”, respectivamente, sí que estarían más en la línea de la utilización de los elementos mecánicos como crítica a ese mundo de la máquina y en consecuencia de su utilización como imagen que menospreciara el arte que rechazaban. En estos casos y, en cuanto a la utilización de ciertos elementos mecánicos, se advierte que no tienen otra consideración respecto a ellos, sino de simples elementos, como podían ser otros desperdicios como trozos de madera, papel, metal, etc., en consecuencia se advierte el total **desinterés** por la máquina, si no es en sentido negativo.

- Picabia sin embargo, se podría considerar una mezcla de las dos posturas anteriores, incluso se podría llegar un poco más lejos si nos aventuramos a decir que probablemente debía sentir cierta fascinación por el mundo de la mecánica. Es cierto, que utiliza la imagen de la máquina como lo hace cualquier dadaísta, en contra de ella misma, por lo que pueda representar socialmente; también lo hace en contra de su imagen, utilizandola para desprestigiar la figuración artística. En este aspecto va a coincidir totalmente con la postura de Duchamp y los Dadá. Pero también es cierto, si nos paramos a analizarla; que lo hace desde un punto de vista de un gran interés, si tenemos en cuenta la gran cantidad de obras que dedica a su representación; en este sentido se acercaría más a las propias inquietudes de Léger, por lo menos en cuanto al propio hecho de la representación; pero al contrario que éste, lo hace desde el punto de vista de un auténtico **entendido**, sobre todo de su parte más interna, y no desde su apreciación externa como la podía ver el propio Léger, Delaunay o Duchamp. Partimos de la base de la gran cantidad de detalles que muestra en cualquiera de sus representaciones, no ya desde el punto de vista externo de la máquina, sino en cuanto a su constitución interna se refiere, detalles de estructura difíciles de apreciar en cualquier persona no iniciada y que a la vez resultarían imprescindibles para un correcto funcionamiento; un ejemplo podría ser el sistema de regulación de combustible, representado en “**L´enfant carburateur**”; posiblemente correspondiente a una bomba de aceleración de un

carburador de los automóviles de la época, y que no lo hubiera podido llevar al lienzo una persona inexperta en el mundo de la mecánica; tampoco la “**Parade amoureuse**”, que a pesar de algunos fallos de construcción, más que nada, por ser una representación sobre un plano, no se tiene muy en cuenta la difícil sujeción de la columna situada a la izquierda; pero sin embargo, se ha podido demostrar que el resto del conjunto de mecanismos, se puede poner en marcha sin ninguna dificultad. O simplemente el “**Volante que regula el movimiento de la máquina**” de 1914, donde el propio título nos da la idea del interés y conocimiento que Picabia tiene de las distintas piezas de la máquina así como de su función concreta. La propia portada que ejecuta para Dadá 4-5 en Zurich, en 1919, donde desguaza un reloj y construye una composición impregnando las distintas piezas de tinta para imprimirlas sobre el papel, nos da idea de su interés por esa maquinaria, al margen de que Suiza representase la potencia relojera. ¿A que persona, que anteriormente no se hubiera sentido atraída por el complejo sistema de mecanismos que contiene un reloj, se le hubiera ocurrido rebuscar en su interior?.

El caso es, que tanto unos como otros; los interesados en las máquinas, positiva o negativamente; los informados y los no informados; los que hicieron uso de ellas en su aspecto formal o conceptual; todos ellos, que de alguna forma la fueron introduciendo en sus obras de **arte** o **antiarte**, van a ayudar a introducirla definitivamente en el mundo del arte como una idea o figuración más. Picabia, quiera o no quiera, sería uno de sus máximos responsables. Aunque sus máquinas, aún, seguirían permaneciendo **estáticas** en el plano.

### 3.1.3.2.5 Marcel Duchamp (1887-1968)

Marcel Duchamp, sin embargo y a pesar de mostrar por la máquina sólo el interés negativo, sí que pondría una máquina real en marcha, al presentar su **Rueda de bicicleta** en 1913;

consistente en una rueda delantera de bicicleta fija en su horquilla original, y atornillada ésta al mismo tiempo a un taburete de madera que la sostenía en una posición elevada dejándola libre, a la vez, para su giro.

Este montaje o construcción, que no pretendía otra cosa que abundar en la idea de antiarte que veníamos expresando con anterioridad en el caso de Picabia y por supuesto Duchamp como principal instigador, se convertiría en la **primera** manifestación cinética que considera el mundo del arte.

Duchamp, junto con sus hermanos, también se va a iniciar de la mano del Cubismo, aunque no tardará en tomar decisiones propias para intentar dar un vuelco total a todo el mundo del arte. Rápidamente se siente atraído por los futuristas y su interés por la representación del movimiento, como lo demuestran sus obras “**Joven melancólico en un tren**” o “**Desnudo bajando una escalera**” de 1911 y 1912 respectivamente; en ellos se aprecia ese intento de representación de movimiento en base a las **imágenes simultáneas** que utilizan también los futuristas. Pero no se queda ahí, y se empieza a plantear el concepto de arte en general; llegando a la conclusión de un borrado total, de una reflexión partiendo de cero, de una reflexión de lo útil y lo bello; de porqué un objeto manufacturado con una utilidad preconcebida no puede ser a la vez un objeto artístico, y porqué la idea del objeto de arte que representa el cuadro o la escultura solo puede tener una utilidad visual; ¿Acaso el código visual no funciona igual en cualquier imagen?. La idea sería eliminar las referencias que se tienen de cualquier objeto, en cuanto a su utilidad, para analizarlo libre de esas cargas referenciales que nos recordase a la función para la que se había creado; para ello habría que aislarlo, sacarle de su entorno, para analizarlo simplemente por su forma, su color, su textura. En realidad, la idea no era de convertir cualquier objeto fabricado (**ready-made**) en objeto artístico partiendo de la idea general de la negación al arte. La idea era partir de cero en cuanto a la imagen preconcebida y aprendida a lo largo del tiempo del

arte y del no arte, de la dualidad **útil** y **bello**, él proponía, la total indiferencia ante los objetos, aislarlos también de su referente estético. En sus ejercicios, en cuanto a la elección del readymade, después de quince días, uno, ante el objeto debía sentir una total indiferencia, ni gusto ni rechazo; lo que pretendía era la total ausencia de emoción estética.

Consciente o no consciente; se ve que no alcanzó sus objetivos, cuando, no sólo el mundo del arte no aborreció la Gioconda, en su imagen original cuando él la pinta bigote e intenta ridiculizar el arte clásico en general; sino que, al contrario, convierte a la suya, a la vez, en manifestación artística, además, de introducir sus readymades, o sus reproducciones, en los libros de arte y los museos.

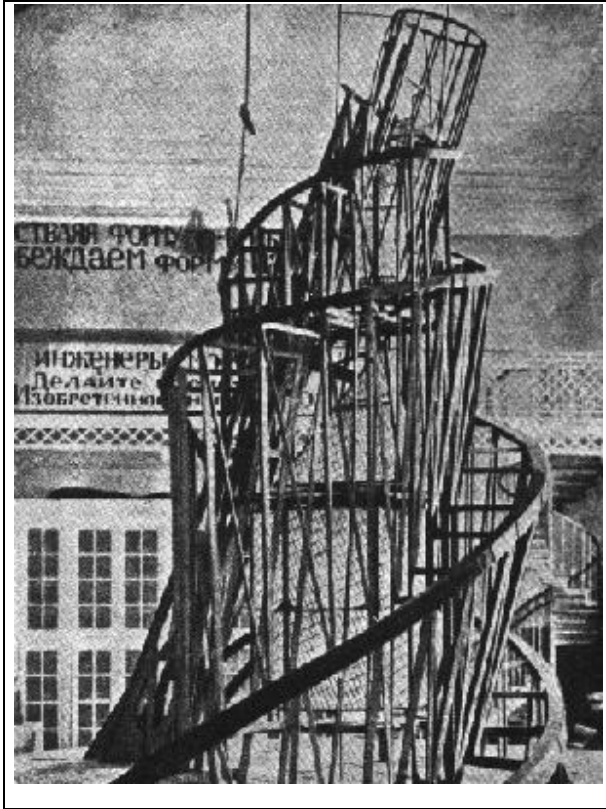
Consciente o no consciente va a crear con su Rueda de bicicleta, la **primera** escultura en movimiento.

En lo que a nosotros respecta y en lo concerniente a nuestro tema, curiosamente, podemos decir que Duchamp y Picabia, en su afán de negación de todo lo establecido, pondrían las bases donde apoyar los términos e ideas que venimos utilizando: como la representación de la máquina y del movimiento.

- **Picabia** introduciría en el arte la propia estructura formal de la máquina.
- **Duchamp** la pondría en movimiento.

*Rueda de bicicleta.*  
Marcel Duchamp, 1913





*Monumento a la III Internacional Socialista.*  
Vladimir Tatlin, maqueta, 1919-20

### 3.1.3.2.6 Constructivismo Ruso

En la idea de romper con el arte establecido; también se encontrarían los artistas rusos que, no sólo, participarían en ella de acuerdo a las corrientes de vanguardia de otras partes de Europa sino, reforzada, de alguna forma, por la propia situación política que vive ese país con su revolución socialista y el intento de romper con toda la cultura anterior representante de la época zarista. Todo ello ayudaría a la instauración del **Constructivismo** como la manifestación artística representante del nuevo arte ruso.

De alguna forma la Rusia de principios de siglo ya vivía la vanguardia artística del resto del continente europeo, algunos

artistas como Larionov y Goncharova serían la avanzadilla de estas vanguardias que se van a acoplar a la propia idiosincrasia rusa aunque con un marcado componente futurista. En cualquier caso, a partir de 1914 que abandonan Rusia no van a participar más en la producción artística soviética y lo único que podríamos destacar sería: por una parte, la **influencia** que pudieran ejercer en los artistas posteriores que se vieron envueltos en la revolución de octubre de 1917, y por otra, el **compromiso** que supone la misión de proporcionar su propio punto de vista ante ese cambio radical que va a experimentar la sociedad soviética; ante el reto que representa, no solamente el cambio de sistema político zarista a socialista, sino el vuelco que supone pasar de una economía basada en un sistema feudal como si de la Edad Media se tratara, hacia la sociedad industrial, implantada ya en los otros países europeos. Este cambio va a hacer que los artistas también se impliquen en el reto, comprometiéndose en la labor e intentando desarrollar su propio lenguaje plástico, que de una forma genérica se va a denominar “Constructivismo Ruso”.

Se puede decir que la denominación **constructivismo**, podría ser la forma más adecuada a la hora de englobar bajo un mismo término a un grupo de artistas que compartirían unas ideas básicas en común:

- La idea de **construir** un arte representativo de un nuevo país que resurgía de las ruinas del pasado.

- Por otra parte la idea del grupo holandés De Stijl en torno a la unificación de las artes visuales, retomando la tesis de Willian Morris en la reunificación de todas las artes y oficios, también podría servir para ayudar a la **reconstrucción** de ese nuevo país, donde todos unidos debían aportar su trabajo.

- Por último el propio hecho artístico en cuanto a la realización plástica y las nuevas ideas y trabajos de otros artistas como Picasso, que representaban la vanguardia del arte. Nos referimos a los nuevos trabajos en base a la utilización de elementos ajenos a la clásica representación pictórica o escultórica, como iban a ser esa

especie de montajes, **construcciones** o conglomerado entre pintura y escultura, a base de relieves formados por la ligazón de diferentes elementos como trozos de periódicos, molduras de madera, láminas metálicas, etc.

Todo ello llevaría a englobar en un sólo término la manifestación artística rusa, de cara al resto del mundo. Mientras, los conceptos de **espacio** y **arte total** se van a convertir en ideas generales que van a compartir y a la vez van a servir de discrepancia entre ellos mismos.

Por otra parte, dentro de esta amplia denominación de Constructivismo podemos diferenciar dos corrientes o dos formas de entender el arte, aún partiendo, de la idea de construcción de un arte total y de cara a la sociedad en general, en el cual pudieran intervenir cualquier tipo de manifestación artística; donde la escultura, la arquitectura, la pintura, la escenografía, la música, la danza, en general cualquier tipo de manifestación creativa; ayudaran a esa idea de arte total. La discrepancia se produciría en torno a la idea del uso y finalidad de la creación del arte:

- ¿Se podría crear arte solamente como una **deducción** de principios e incluso solo para el hecho de la contemplación?;
- O ¿Solamente se podría crear con el fin de una **utilidad** material?.

Todo surge en cuanto a la idea de ruptura con el arte clásico y la necesidad de creación del nuevo arte a partir de la nada. La imagen de una Europa destrozada por la guerra y la idea de construcción de un nuevo orden social, va a propiciar todo tipo de conjeturas en torno al hecho artístico.

Ante la idea generalizada, en el ámbito europeo, de la necesidad de un cambio profundo con respecto al arte:

- El grupo Dadá propone la **destrucción** total del arte.
- El grupo De Stijl propone la **unión** de todas las artes.

En el caso del Constructivismo se alinearían al segundo supuesto donde todos marcharían unidos para reconstruir ese



nuevo país. Pero esta misma idea, de partir de cero, propiciaría también la divergencia:

- Tatlin, Rodtchenko y Lissitsky, propugnan un arte indisoluble con el hecho de la utilidad material.
- Malévitch y los hermanos Pevsner y Gabo defienden los valores independientes del arte, respecto a la utilización material o no, del mismo.

En realidad va a haber tres posturas:

- La que defienden Tatlin, Rodtchenko y Lissitsky que se proclaman **productivistas**. Ante, esa partida de cero van a apostar por extender el arte a todos los sectores de la producción. Que el arte ya no sea un coto cerrado, representado en la pintura y la escultura, a la cual solo tienen acceso los pocos privilegiados; el arte debía estar presente en todos los lugares para uso y disfrute del pueblo, habría que crear un arte nuevo.

- Otra postura la representaría Malévitch y el **Suprematismo**, donde el arte si tendría un sentido propio; un sentido sobre todo asociado a las sensaciones. Más que una partida de cero, sería la llegada a una máxima conclusión en base a la razón intuitiva, hacia el infinito, hacia la máxima abstracción, al “blanco sobre blanco”.

- La última postura estaría representada por los hermanos Gabo y Pevsner, que a pesar de haberse asociado en principio con Malévitch en torno a la idea de la independencia de los valores artísticos, más tarde, se separaban de éste, discrepando en cuanto a la necesidad de la representación material del mundo de las sensaciones. En este sentido, Gabo y Pevsner se van a comprometer de forma afirmativa, proponiendo además, para ello, la utilización de cualquier medio deductivo, como las matemáticas, la física, la mecánica, etc.; para materializarlo posteriormente en la pintura, la escultura o la arquitectura.

Al final Malévitch a partir de 1919, va a considerar caduca la idea suprematista, unificando en parte las tres posturas constructivistas: <<***El arte es un modo de producción social que tiende a la transformación de las relaciones sociales; el arte***

***produce modelos formales para la organización del espacio; el espacio del arte es el campo social cualificado de forma triple por los objetos utilitarios, la arquitectura, el urbanismo.*** >> (“Painting and problems of architecture”. Ensayos de arte, tomo II, 7-18)

Esta idea, que va a estar presente en buena parte del pensamiento del arte europeo del periodo de entre guerras; que va a hacer posible en muchos casos la unificación de artes y oficios y la creación de escuelas como la Bauhaus donde lo bello y lo útil se unen hacia el sentido de arte total; donde convive el intelecto y la manualidad, la experiencia y la creatividad, la forma y la función.

En este sentido se van a mover buena parte de los artistas rusos, de los cuales y en cuanto a nuestro trabajo se refiere destacaremos a dos en particular, y que van a representar a la vez esas dos posturas enfrentadas y que antes hicimos referencia, en cuanto a la necesidad de la utilidad productiva o no, del arte. En cualquiera de los casos esa polémica quedaría un tanto al margen de nuestros objetivos que se van a limitar a la búsqueda de relaciones de la **mecánica**, del **arte** y del **movimiento**. Objetivos que nos llevarán hacia la **escultura**, en estos momentos, como la disciplina adecuada y capaz de ofrecernos esta curiosa y pretendida relación. La vamos a encontrar en diferentes artistas del Constructivismo Ruso, pero más concretamente en estos dos, los cuales, con sus obras nos van a marcar la pauta; nos referimos a **Tatlin** y **Gabo**. Pero antes de ello, debemos recordar diferentes situaciones que van a hacer posible este tipo de relación.

En primer lugar debemos destacar la importancia que supone el cambio en el nuevo concepto de escultura que se produce con el nacimiento del Cubismo y su nueva organización del espacio. La representación espacial de los planos cubistas, que Picasso realiza con el ensamblaje de distintos elementos de metal, madera, papel, etc., va a hacer que se introduzca una nueva **denominación** en este tipo de disciplina que se caracteriza por la representación del espacio tridimensional; nos referimos a la escultura, que tradicionalmente era esculpida, tallada, modelada. En el caso de

estas nuevas formas espaciales, su técnica de ejecución se acercaba más al **montaje**, a la **construcción**.

Estas construcciones, como “La guitarra de Picasso” de 1912, entre otras, que se realizan, no para permanecer sobre el suelo ni sobre ninguna peana como las esculturas clásicas; sino para ser colgadas como si de cuadros se trataran; van a romper de alguna forma con el sentido del espacio ocupacional de cada una de ellas. Esto, añadido a la representación espacial, real, de los espacios cubistas, con la inclusión de elementos volumétricos; va a suponer la **ruptura**, de alguna forma, de la frontera que diferenciaba la superficie del cuadro y el espacio tridimensional de la escultura.

En segundo lugar, la influencia de estos nuevos conceptos y la idea generalizada de los artistas rusos en cuanto a la **construcción** de una nueva sociedad industrializada donde todos deberían participar en ese proyecto, va a hacer que se produzca una especie de fusión entre distintas disciplinas, no ya solamente las consideradas tradicionalmente artísticas, como la pintura, la escultura y la arquitectura, sino aquellas que ya formaban parte directamente del sentido de construcción como era la **ingeniería**.

Todo ello conjuntamente con la nueva situación que se vive en el resto de Europa ante la idea de la ruptura total del arte mediante la negación del mismo o la implantación del arte total, va a encontrar en Rusia el lugar adecuado para que se lleve a efecto esa nueva idea de arte de **construcción**, donde los artistas, a la vez que pintores, escultores o arquitectos, cumplirían también esa función de constructores que tradicionalmente desempeñaban los ingenieros.

Esta situación va a proporcionar una mayor apertura, sobre todo en lo que al concepto de espacio y competencia se refiere, haciendo que determinados artistas sujetos a unas disciplinas determinadas hagan incursiones en otras que tradicionalmente se les negaban; ya veíamos como en el siglo anterior, la ingeniería y la arquitectura se entremezclan en las construcciones de hierro; ya hemos visto como los cubistas mezclan la escultura y la pintura; ya

hemos visto como Duchamp traspasa la frontera objeto-escultura. Incluso construcciones como la torre Eiffel va a rebasar también las ideas de ingeniería, arquitectura y escultura. En el caso de los constructivistas, además le van a añadir el **movimiento**.

Mecánica, ingeniería y arte se unirían para la organización de un nuevo espacio; el espacio **dinámico**.

Algunos artistas como los hermanos Stenberg, procedentes de los talleres experimentales de la nueva ideología, se van a enfrentar a la escultura como si de auténticas obras de ingeniería se trataran. Elaborarán formas que más nos podían recordar a porciones de cualquier construcción de la arquitectura del hierro; las cuales combinan con diferentes materiales como el hierro, la madera o el cristal; eliminando a su vez la clásica peana, para sostenerlas al suelo por medio de estructuras a base de tirantes y perfiles que se integran en la misma escultura. La propia construcción articulada, los tirantes, el ensamblado, la diversidad de material, la transparencia y a veces la sensación de suspensión en el espacio; confieren a estas esculturas esa sensación de espacio dinámico, a pesar de su estaticidad. Junto con Rodtchenko y su "Construcción espacial" además de Meduniezky y su "Construcción N1 557", pondrían las bases de la **escultura constructivista**.

Aunque a nosotros, los artistas que realmente nos van a interesar van a ser Tatlin y Gabo; que además, de aportar el espíritu de construcción de los anteriores escultores, introducirían el **movimiento real**. Y a pesar de que van a representar dos posturas totalmente enfrentadas en cuanto al concepto de "**solo útil**" y "**valor absoluto**" del arte, respectivamente; a nosotros lo que más nos va a interesar sería el desarrollo y motivo de su obra para incluir ese movimiento real.

**Vladimir Tatlin** (1885-1953), sería uno de los artistas rusos comprometidos totalmente con la revolución socialista de 1917. Al contrario que Kandinsky, Pevsner o Gabo, que terminan

marchando de Rusia en los primeros años veinte, Tatlin permanece fiel a su idea de arte utilitario y productivo que él considera necesario para el desarrollo de la sociedad soviética.

Se puede decir que 1913 va a ser un año decisivo para el Constructivismo Ruso. Cuando Tatlin vuelve de un viaje por Europa y después de haber visitado a Picasso, traerá ideas nuevas sobre el espacio y los materiales. Seguramente habría visto alguno de los trabajos en **relieve** de Picasso donde empezaba a introducir materiales como el papel, madera o chapa metálica, con los cuales construía sus composiciones, que por su condición volumétrica, ya no sólo transgredía las normas en cuanto al uso de la técnica tradicional de la pintura, sino que también traspasaba la barrera de la superficie y de las dos dimensiones, para ofrecer también una profundidad real acercándose a la escultura. Sobre esta idea va a trabajar Tatlin para, incluso antes de la terminación de ese mismo año, presentar un relieve a base de papel, alambre y una chapa curvada con el nombre de “Botella”, y en clara referencia a los trabajos de Picasso. Más tarde en 1915 construiría su “**Relieve de Esquina**” a base de madera, chapa y alambre, que venía a dar un paso más entre la pintura y la escultura. Ya no solo las formas se atrevían a traspasar la superficie del cuadro para invadir el espacio frontal, sino que iría un poco más lejos al no respetar ni el marco tradicional del cuadro ni su parte posterior. Sería una composición a base de materiales ensamblados y sujetos a la esquina por medio de unos alambres que también formaban parte de la composición. A partir de aquí, Tatlin no sólo va a introducir en el arte ruso la idea de **construcción**, sino que va a aportar al arte en general y a la escultura en particular el concepto de **abstracción**. Ya no se trataba de conseguir una figuración con elementos que, a pesar de su diferente naturaleza pudieran visualmente representar una determinada forma como en el caso de la “Botella”, sino que lo importante en este caso sería la representación de los **materiales reales** ocupando a la vez su propio **espacio real**. A partir de aquí, el estudio del espacio y la

construcción, serían las metas del Constructivismo Ruso, además de las bases en que se va a apoyar todo el movimiento. Y todo ello, a pesar de las diferencias de pensamiento, con respecto a la naturaleza y utilidad del arte, que se mantienen entre los diferentes artistas. En el caso de Tatlin ya hemos dicho que solo concebía el arte como práctica y como medio para conseguir cualquier forma de producción, y no con una finalidad en si mismo; el **arte total** como el arte de la vida al servicio de cualquier actividad. De hecho participó en el diseño de cosas tan dispares como: desde trajes para obreros, hasta una cocina que consumía el mínimo combustible; desde una máquina voladora, basada en estudios profundos de formas de pájaros e insectos, hasta su famoso proyecto del Monumento a la III Internacional Socialista, para su instalación en el centro de Moscú.

Este monumento, que debía erigirse a más de 400 metros de altura, debería representar el máximo exponente de la idea constructivista; al igual que la torre Eiffel levantada en 1889, supondría la conquista del espacio por el hombre y el progreso tecnológico que suponía la nueva era industrial. Pero no sólo debía ser un monumento a la industria y la nueva sociedad; ¡Si así fuera!, iría en contra de los propios planteamientos de Tatlin; por lo tanto, además de ser una enorme construcción escultórica, debía cumplir una misión **funcional** como era la de sostener en su seno tres recintos para diferentes funciones administrativas; estos recintos serían grandes estancias acristaladas y estarían dispuestos de forma independiente y superpuestos en el espacio, con formas distintas y de mayor a menor, adaptándose a la propia forma piramidal de la estructura: el primero de ellos y situado en su parte inferior tendría forma **cilíndrica** que serviría como sala de congresos, y su gran particularidad sería la de girar sobre su eje una vez al año; el segundo recinto tendría forma **piramidal** y sería destinado al poder ejecutivo, girando una vez cada mes; el tercero, situado en su parte más alta, de forma **cúbica**, se destinaría a centro de información, con una rotación diaria.

Pero el monumento se quedó en proyecto, y sólo se realizaría una maqueta a escala, de ocho metros que sería expuesta en el Octavo Congreso de los Soviets, en 1920. Posteriormente y hasta 1926 desfilaría en las celebraciones del 11 de Mayo.

Si hacemos un análisis general de proyecto, podemos destacar sobre todo tres aspectos:

- Primeramente la propia **imagen** escultórica que presenta en su conjunto apartándose de la clásica imagen funcional que podría tener cualquier proyecto destinado a albergar diferentes salas administrativas.

- Después, incidir sobre el propio hecho de la construcción de la compleja **estructura** que supondría un nuevo reto en común de la arquitectura y la ingeniería, como ya se habría hecho con la torre Eiffel.

- Por último, y lo que más nos puede interesar, en cuanto a nuestro trabajo se refiere, sería la inclusión del movimiento y la mecánica dentro de la misma estructura, destinada a la rotación independiente de los tres recintos, lo que vendría a aportar otro elemento más en el espacio constructivista de Tatlin y del arte en general, con la representación del espacio dinámico y la inclusión del **movimiento** real.

**Naum Gabo** (1890-1977), va a representar una de las posturas del Constructivismo Ruso, opuestas al sentido productivista que propugna Tatlin. Para Naum Gabo, al igual que para su hermano Pevsner, el arte en sí mismo, tendrá un sentido propio y absoluto al margen o no, de la producción. En principio, también, van a participar conjuntamente con el resto de artistas rusos en la idea general de construcción de un gran país; donde el arte tendría una gran misión, la de organizar y estructurar el espacio mediante la arquitectura y la ingeniería; la de ofrecer nuevas imágenes que armonicen y dinamicen el conjunto del entorno social, con la pintura y la escultura; la de ofrecer nuevas formas adecuadas a la función de los materiales y la consecución de mejores utensilios y

demás objetos útiles, con la aplicación de un buen diseño. En general un proyecto ambicioso de arte total, donde cada cual va a aportar su pensamiento, y donde cualquiera de ellos podría tener su apartado válido, a pesar de las discrepancias ya señaladas. De hecho a partir de 1917 Gabo y Pevsner van a compartir enseñanzas en los diferentes talleres de vanguardia de Moscú con otros artistas como Tatlin, Kandinsky, Malévitch, Rodtchenko, etc. hasta 1922 donde ya se aprecia el posicionamiento claro de las tesis gubernativas a favor de las ideas productivistas de Tatlin; con lo cual, Gabo y su hermano Pevsner, van a salir de Rusia para no regresar jamás.

En líneas generales, se va a marcar dos pautas, sobre las cuales va basará toda su obra plástica:

- Como principio, va a permanecer siempre fiel a su idea de ARTE como valor absoluto.
- Como línea de trabajo, investigará sobre la importancia del análisis formal del espacio y la posible representación del volumen con independencia con la masa.

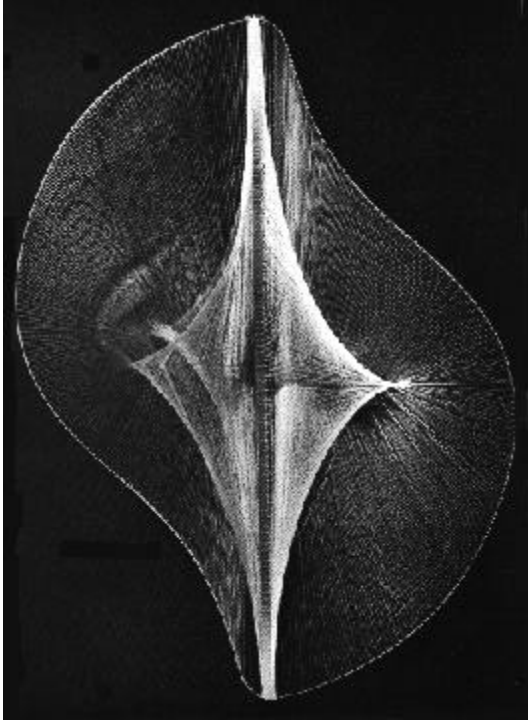
En 1920, con motivo de una exposición, los hermanos Gabo y Pevsner, van a publicar su Manifiesto Realista donde proclaman su disconformidad con el Cubismo y el Futurismo, intentando retroceder un poco más hacia el origen de cualquier representación; a escudriñar un poco más en las leyes naturales de la vida: **<<...construiremos nuestra obra como el universo construye la propia, como un ingeniero construye sus puentes, como un matemático la fórmula de sus órbitas>>.**

Su idea sería conocer esas mismas leyes, que la naturaleza utiliza para construir sus formas, para estructurar los espacios; liberar a los volúmenes de las masas para conocer sus interiores, su formación; conocer las fuerzas y tensiones, que actúan para crear los diferentes contornos, que van a definir a la vez su volumen y su equilibrio interno.

En esa empresa va a permanecer a lo largo de toda su carrera y, a pesar de su postura en contra de los Cubistas y los Futuristas,



va a tener en ellos una gran referencia, no solamente visual, en cuanto a la representación a base de planos o de simultaneidad, sino también en el terreno conceptual acerca del estudio del espacio y en alguna ocasión de la representación del movimiento. Lo que realmente les va a separar, sería la idea de aislar totalmente esa sensación de espacio de otras que la pudieran interferir, como el color o la propia masa. La idea primordial sería encontrar la **síntesis**; el espacio por el espacio. Para ello, Gabo, va a utilizar sobre todo la línea y el plano. Sabemos que una línea que se desplaza por el espacio, forma un plano; de igual manera que un plano, si gira sobre uno de sus ejes, forma un volumen. Que la superposición de planos reales, en esa trayectoria, nos representará visualmente y en el espacio ese mismo volumen. Pues bien, esa es la forma como Gabo nos va a intentar transmitir sus sensaciones, su visión del espacio. Para ello va a contar con diferentes materiales que se adaptan a su idea de representación; como las chapas, en la perfecta materialización de los planos; o el alambre como perfecta figuración de la línea; además del material transparente, como el vidrio y el celuloide, capaces de crear volúmenes exentos de masa.

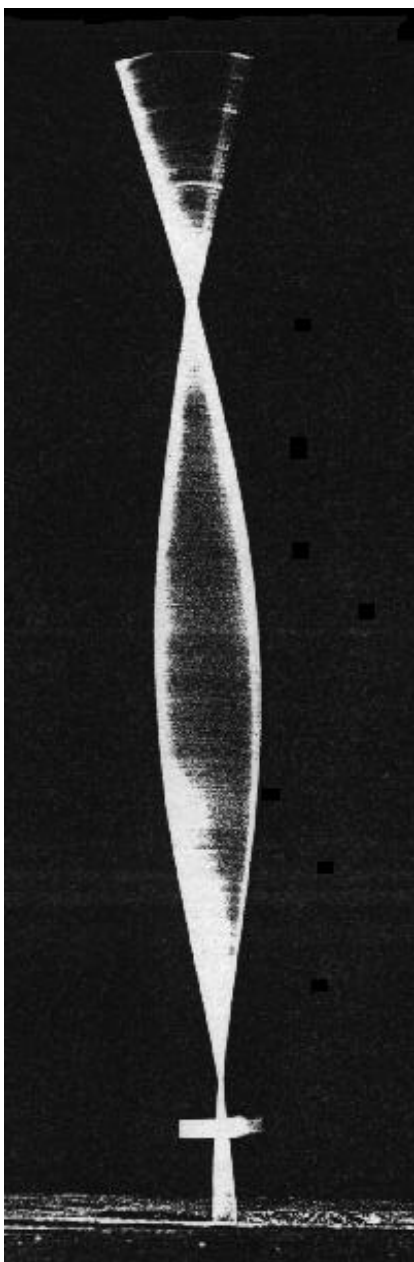


*Construcción lineal n1. 2*  
Naum Gabo, 1949

Su afán analítico del espacio le va a hacer interpretar diferentes formas artísticas, ya existentes, como "Cabeza construida n1 2" de 1916 en clara referencia a la "Cabeza de mujer" de Picasso de 1909, a base de un ensamblado de chapas que constituían la forma y el espacio sin la necesidad de la masa moldeada utilizada por Picasso. Otro ejemplo sería la interpretación de la columna clásica de un templo griego en su "Columna" de 1923, a base metal, madera y sobre todo material transparente como plástico y vidrio, en una composición donde los acanalados clásicos son sustituidos por las aristas y ángulos, que forman las piezas transparentes dispuestas de forma vertical. De ahí, hasta las interpretaciones directas de las propias formas y leyes **naturales**; como las construcciones lineales de los años cuarenta, que en base a una estructura lineal externa, y la utilización de una multitud de hilos que se entrecruzan a modo de tejido o tela de araña, va a conformar un espacio volumétrico, que en ocasiones nos podía recordar la estructura interna de cualquier cactus caído, cuando una vez

desprovisto de pulpa, tan solo conserva la fibra y aún nos da idea de volumen de su forma.

Pero todavía será más interesante para nosotros la búsqueda y representación del espacio por **simultaneidad**.



*Escultura cinética.* Naum Gabo, 1920

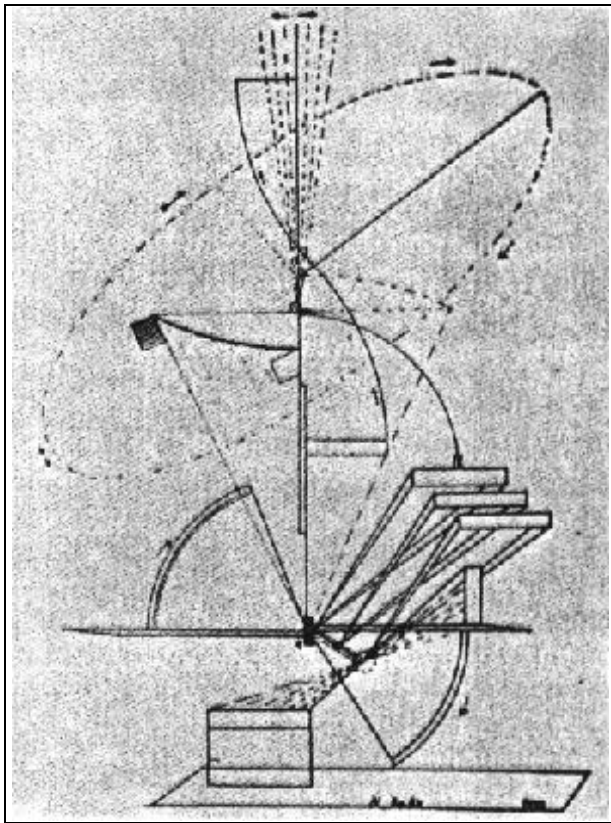
*¡Como si del aleteo de un moscardón, se tratase, cuando mueve sus alas a tanta velocidad, simultaneando la imagen en nuestras retinas, y convirtiendo el constante movimiento a los planos de sus alas y a nuestros ojos, en auténticos volúmenes!*

Así es como Gabo en su “Escultura cinética” de 1920, intenta mostrarnos el origen y la existencia de otro espacio; de ese volumen figurado cuando hace girar una varilla impulsada por la fuerza de un motor que se aplica en uno de sus extremos. Lo que origina, que por la torsión natural de ésta; provocada por la gran velocidad de giro, el natural desequilibrio y la consiguiente fuerza centrífuga; en su evolución y trayectoria dibuje ese espacio de **volumen figurado**.

Si Boccioni en su “Hombre que anda” (1913), ya intentaba representar la **sensación** de movimiento con sus formas alargadas; si Duchamp, de alguna forma lo incluía en su “Rueda de bicicleta” (1913), aunque de forma **implícita** y posiblemente inconsciente. Gabo lo va a incluir de forma real y **consciente** en su “Escultura cinética” (1920), aunque, sólo fuera como un medio de representación y estudio del espacio.

El hecho es, que la inclusión del movimiento dentro de esta escultura de Gabo, incluso la propia denominación de “**Escultura cinética**”, pondría otra piedra más en la base del tema **Movimiento**, que más tarde va a abrir otro camino y nuevas perspectivas a diferentes artistas que se van a interesar por este fenómeno como tal, y su inclusión como objetivo y elemento absoluto, también, dentro del mundo del arte.

## CAPÍTULO IV



## 4.1 Cinetismo

**Cinetismo**, referido al movimiento, dicese de todo aquello que implique cualquier tipo de movimiento, entendido por cualquier alteración o cambio.

Podría ser, una de tantas definiciones de cualquier diccionario de la lengua. Y como vemos, es un término muy amplio que hace referencia al movimiento en general, englobando además otros términos como alteración o cambio.

**Cinético**, del griego Kinematikos, referido a aquel, cuyo principio es el movimiento.

**Movimiento**, del griego Kinésis, dicese del fenómeno que conlleve cualquier tipo de cambio o alteración.

Tanto, **movimiento** como **cinético**, son términos que hemos venido empleando durante todo el trabajo, sobre todo el fenómeno movimiento del cual hemos ido analizando poco a poco desde sus definiciones más básicas y las distintas interpretaciones de los filósofos griegos, hasta lo que actualmente entiende el mundo de la física y la mecánica; todo ello en un primer apartado donde nos preguntábamos, **qué entendíamos por movimiento**. En un segundo apartado también nos preguntábamos, **cómo percibíamos el movimiento** e intentábamos explicar cuales eran los mecanismos que el hombre pone en marcha desde que se produce ese movimiento hasta su percepción. Ya en un tercer gran apartado nos preguntábamos, **qué nos sugería el movimiento**; evidentemente habría diferentes respuestas dependiendo de la disciplina que lo tratase, pero de forma general lo asociábamos a la física y más concretamente a su apartado de mecánica que se encarga exclusivamente del estudio de este fenómeno. Enlazábamos pues, directamente, el estudio de la **mecánica** con el movimiento. Pero además estábamos interesados en saber qué relaciones podía tener este fenómeno físico con el arte, lo que nos llevaba a relacionar también directamente a la mecánica con el mundo del **arte**, y todo ello a pesar de que tradicionalmente han

representado términos y culturas aparentemente opuestas: productivo-expresivo; material-espiritual; etc. En cualquier caso, el **movimiento** serviría de nexo común para establecer esa relación tripartita: Mecánica-Movimiento-Arte que estará presente a lo largo de todo el trabajo.

Referente al término **cinético**, y en una definición muy genérica decíamos que cinético era el adjetivo que calificaba cualquier cosa en situación de movimiento. Nosotros, también lo hemos empleado de forma ocasional a la hora de referirnos a una determinada presencia del movimiento dentro del mundo del Arte.

Por otra parte decíamos que **cinetismo** era el término que englobaba cualquier situación de movimiento en referencia a cualquier cambio o variación tanto en el espacio como en el tiempo. Pues bien, va a ser precisamente este término el que vamos a adoptar para referirnos de forma general a la hora de tratar y establecer posturas sobre los diferentes y variados aspectos que en su conjunto van a configurar un posible “arte cinético”.

Así pues dentro de este término cinetismo, en general, podemos considerar todas aquellas manifestaciones artísticas que van a tener que ver con el movimiento. No solo aquellas que podían representar el movimiento, como era el caso de los futuristas, sino también aquellas donde el arte va a ser el propio movimiento. Donde el movimiento, ya sea variación, ya sea cambio, va a estar presente como elemento expresivo de la obra. Cinetismo que a la vez va a englobar aspectos conceptuales que también van a ser analizados a veces de forma separada como son:

- La obra en movimiento, en sí misma, o
- El arte cinético como estructura global.

Sobre todo, si nos planteamos la cuestión, de si se puede considerar arte cinético algunas obras que a pesar de llevar implícito el movimiento, se concibieron con otra finalidad utilizando el movimiento como un mero cauce. En este sentido deberíamos diferenciar entre:

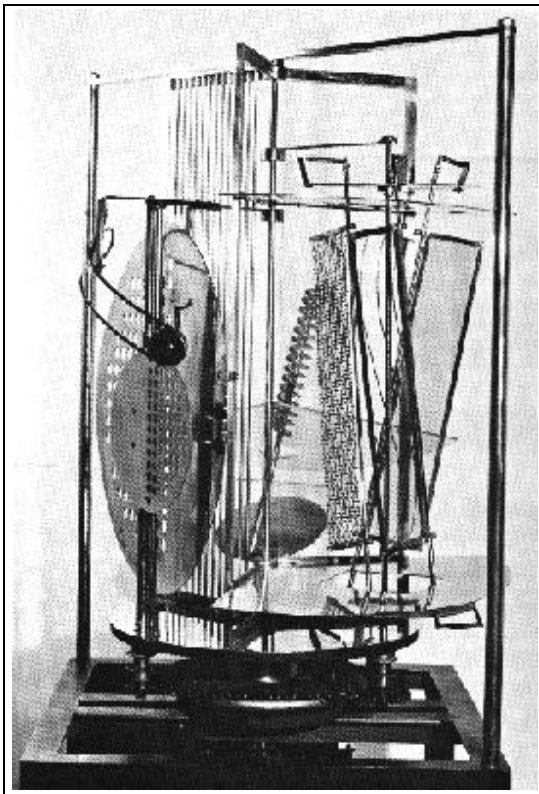
- **Obra** cinética (accidental u ocasional).
- **Arte** cinético en todos sus aspectos.

Así como dentro del considerado arte cinético, entre:

- Movimiento **real**.
- Movimiento **aparente**.

Podemos considerar como **obra cinética**, en general, a toda aquella representación artística donde de alguna forma se utilice el movimiento, bien como **medio**, bien como finalidad. Mientras que el **arte cinético**, consideraría directamente al movimiento como el principal soporte **expresivo**.

Por otra parte, dentro del arte cinético, el movimiento **real** significaría algún tipo de **desplazamiento** físico de cualquiera de los componentes de la composición. Mientras que el movimiento **aparente**, representaría solamente esa **sensación** aún permaneciendo fija la composición.



*Modulador de luz y espacio.*  
Moholy-Nagy, 1922-30



#### 4.1.1 ¿OBRA CINÉTICA? O ¿SIMPLEMENTE MÓVIL!

Después de un recorrido, por el mundo del arte de los treinta primeros años del s. XX, nos damos cuenta que en realidad todavía faltaría una conciencia clara de hacer del movimiento el auténtico protagonista de la expresión plástica y no solo de su representación. Solo surgiría de forma ocasional asociado a otros estudios como el espacio o la forma, aunque cada vez de forma más consciente y continuada. Un ejemplo lo va a constituir la Bauhaus, donde el húngaro **Moholy-Nagy** (1895-1946), además de impartir enseñanzas y promover el diseño de diferentes aparatos eléctricos para su fabricación y venta, va a realizar estudios sobre la síntesis, de la luz, del color y de las formas, que lleva a efecto con su “Modulador de luz y espacio”. Esta especie de montaje o ensamblado, realizado entre 1922 y 1930, consiste en una forma escultórica a base de metal, madera y celuloide; que combinaba luz y movimiento haciendo girar por medio de un motor las diferentes partes de su estructura, que, dejarían pasar las radiaciones luminosas generadas por bombillas eléctricas, proyectándose al mismo tiempo en el espacio. Y todo ello acompañado de una composición musical, como si de una escena de teatro se tratara; como la representación y puesta en escena del arte total, como el nuevo arte representante de la época industrial.

En comparación con la “Escultura cinética” de Gabo, se habría dado un paso importante. Ya no sólo, se apreciaba solamente ese giro monótono, por otra parte, pretendido por Gabo para la consecución de ese espacio figurado, sino que aquí el movimiento se implicaba mucho más; no solamente como motor de las diferentes piezas, sino como regulador de los ritmos y las proyecciones de luz que dejaban pasar las diferentes rejillas y la propia estructura de la composición.

Movimiento y estructura, por otra parte, comparable y tan compleja como si de una **máquina** de producción se tratara, solo que en este caso, la única producción sería su propia expresión: el

ajuste y estructuración de sus mecanismos, el ritmo en sus movimientos, la modulación de su luz. En definitiva el propio movimiento de la escultura entraría a formar parte del componente **expresivo** de la misma; y la **máquina**, como el medio capaz de generar y transmitir ese movimiento.

- Llegados a este punto, donde el arte ya a madurado lo suficiente como para:

- Romper con la temática y el tratamiento del color que imponía la academia hasta el s. XIX.
- Romper con la clásica escenografía a favor de la liberalización del espacio y su multivisión de principios del s. XX.
- Analizar y representar fenómenos como el movimiento en base a los últimos descubrimientos científicos sobre la percepción.
- Transgredir, con los montajes, las fronteras marcadas por las disciplinas clásicas como la pintura y la escultura.
- Elevar el objeto-cosa a la categoría de objeto-arte por el solo hecho de descontextualizarlo.
- Negar, incluso, la propia naturaleza y el propio hecho artístico.
- Proclamar el arte total.

- Llegados a este punto donde la representación de la figura ya a perdido su secreto; donde se domina la perspectiva y el espacio visual ofreciendo una perfecta simulación de la profundidad. Donde la ciencia aporta cada vez más datos acerca de los temas que se relacionan directamente con el arte, como, la percepción y naturaleza del color, del espacio, de las formas, del movimiento, etc.

- Llegados a este punto donde, lógicamente el mundo del arte también se va a ver interesado en esa multitud de temas, aunque fundamentalmente, como medio para cumplir el cometido de la representación lo más cercana posible a la realidad; eso es, la escenificación de la visión humana. En este caso, la realidad iba un poco más lejos de esa escenificación, la realidad la aportaban los

científicos como Chevreul y su teoría del color; Marey y sus estudios sobre el movimiento, La Gestalt y sus estudios de las formas, etc.. Todo ello va a hacer que los artistas, implicados tradicionalmente en la realidad de su tiempo, no se queden al margen de tales investigaciones; intentando cada uno ofrecer su propia respuesta plástica y por otra parte constituirse en lo que se podría considerar, dentro del mundo del arte, como la facción **analítica**.

- Los neoimpresionistas realizarán un exhaustivo análisis del color.
- Los cubistas harán otro tanto con el espacio.
- Los futuristas se interesarán sobre todo del movimiento.
- Los constructivistas, englobarían un tanto todo lo anterior.

Estos últimos, lo asimilarían e irían un poco más lejos; intentarían escudriñar el propio concepto del arte y el análisis de los factores que lo componen, tanto formales como conceptuales. El espacio o las formas, como tales, y mediante su visión externa, ya no sería suficiente para representar de forma material la manifestación artística; habría que llegar hasta sus orígenes, conocer los secretos de su constitución. En esta tarea se implicaría Malévich, Pevsner o Gabo entre otros.

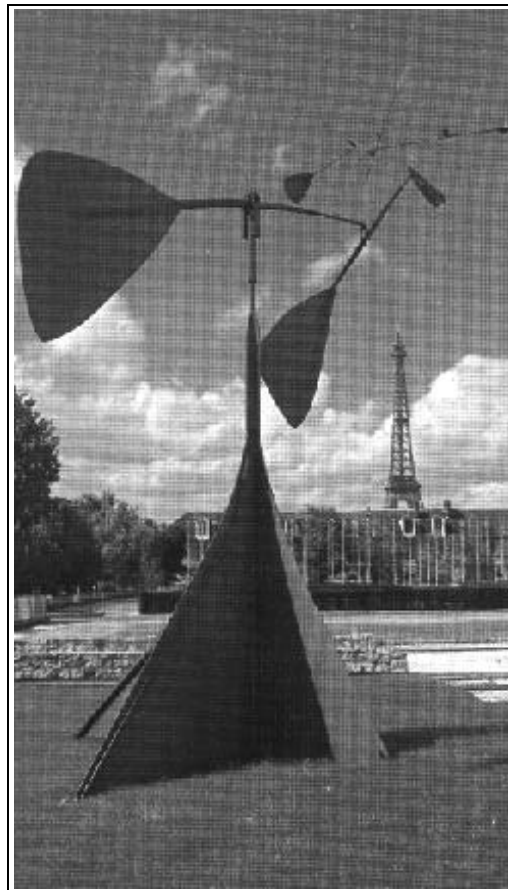
Al igual que los neoimpresionistas utilizaban pequeñas porciones de color puro que después se fundirían en la retina para proporcionarnos esa visión de conjunto con el color resultante. Al igual que Delaunay y Léger con sus contrastes de color y de forma intentaban dinamizar la obra por la simple sensación de contraste. Al igual que los futuristas intentaban representar esa sensación de movimiento con sus imágenes simultáneas. Al igual que Gabo utiliza ese mismo movimiento para representar nuevos espacios. En general, si cualquier análisis relacionado con el arte podía ser válido; también podría ser válido la investigación y el interés, como tal, del propio movimiento.

En referencia a Gabo, ya hemos visto su aportación al análisis y concepto de espacio, e indirectamente al **movimiento**, con su “Escultura cinética”. También la aportación de Duchamp con su “Rueda de bicicleta” que de alguna forma implicaba, el movimiento de la misma. O la aportación de los futuristas en cuanto al interés en su representación. Por último, el importante papel formal, que va a representar en el “Modulador de luz y espacio” de Moholy-Nagy. Pero todo ello sólo apuntaba a una simple utilización del movimiento como medio para conseguir otras metas. Lo importante sería saber si el propio movimiento podría llegar a ser la finalidad de alguna manifestación artística. Por lo pronto, con los ejemplos antes descritos; al finalizar los años treinta ya se habrían puesto las bases para, por lo menos, tomarlo en consideración. Por lo menos, ya había sido tratado como tema de percepción y representación. Por lo menos, ya se había incluido de forma real en alguna manifestación.

La cuestión sería, si habría llegado el momento de convertirlo en el máximo exponente de la composición. De que, por sí solo, pudiera convertirse en el elemento expresivo de la obra. De que, hubiera un número lo suficientemente alto de artistas, que se dedicasen a su análisis, y expresasen su visión a través de él. En definitiva de la creación de un arte del movimiento; de un arte **cinético**. Entre tanto, debíamos diferenciar todavía todas estas obras descritas con anterioridad de lo que podía ser ese “arte cinético” posterior; en realidad serían manifestaciones ocasionales sin una pretensión prioritaria de expresión del movimiento; por lo tanto debíamos marcar una frontera en cuanto a su consideración como arte cinético a pesar de que llevasen implícito el movimiento y pudieran considerarse como obras cinéticas casuales u ocasionales; ¿O quizá simplemente habría que denominarlas obras **móviles**?

El arte cinético, como idea de movimiento artístico, y como proyecto común, de los diferentes artistas que de acuerdo también a su propia forma de expresión, tuviera como fin el arte-

movimiento; sería todavía algo por construir; y todo ello, a pesar de las diferentes manifestaciones sueltas a las que hemos llamado obras cinéticas. Todavía se tendrían que poner las verdaderas bases para considerarlo un **modismo** independiente dentro de la variada geografía artística; todavía se tendría que buscar la relación y la justificación para que los diferentes artistas, de una forma consciente, utilicen el fenómeno movimiento como arte en sí mismo y no sólo como mera representación.



*La espiral.*  
Calder, 1958

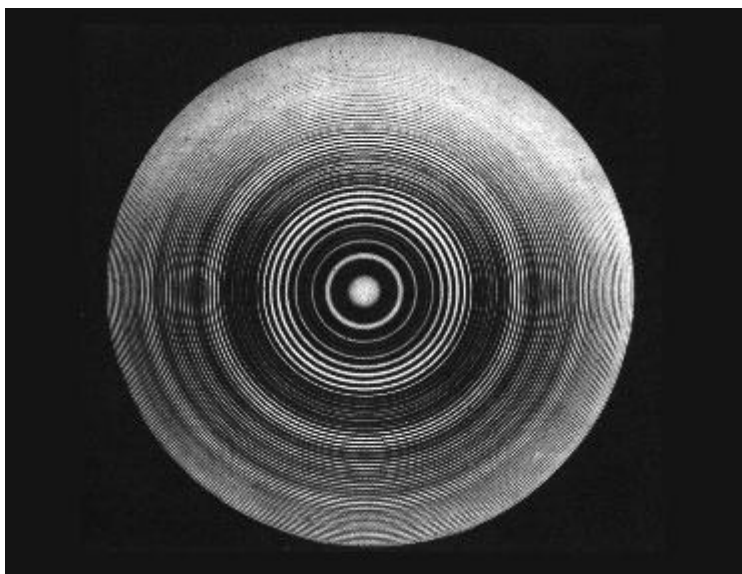
#### 4.1.2 CONSTRUIR UN ARTE

En realidad, la búsqueda de criterios que estableciesen esa relación de unidad para la justificación de un modismo era muy difícil; de hecho, si hacemos un análisis a posteriori; veremos como el término “arte cinético”, se ha creado como consecuencia de una catalogación un tanto heterogénea, de diferentes artistas que de alguna forma incluían la idea de movimiento dentro de su obra. Si echamos un vistazo a la catalogación que hacen los historiadores, veremos la gran variedad de manifestaciones al igual que las diferentes técnicas empleadas: desde la utilización del movimiento real, al movimiento figurado; desde la utilización de la pintura, a la escultura; desde las instalaciones en espacios cerrados, a las proyecciones de luz en el espacio abierto de la noche.

Incluso, la disparidad de criterios entre algunas de esas catalogaciones; donde, algunos críticos e historiadores incluyen o excluyen diferentes formas de representación de acuerdo a sus propios criterios; hacen difícil una catalogación unificada que nos pueda dar exactamente la estructura que se pueda considerar como de catálogo absoluto. No obstante, a nosotros no nos debe preocupar en exceso, ya que nuestro objetivo se centraría sobre todo, de una forma muy amplia, en la búsqueda de posibles relaciones de la mecánica con el mundo del arte y sobre todo del papel que va a jugar la máquina, como elemento expresivo, dentro de la obra plástica. El hecho en sí de la catalogación, sería un tema lo suficientemente importante y extenso como para dar lugar a otra investigación. Eso sí, podemos ofrecer las **líneas generales** de debate, para situar el tema que nos ocupa, en un contexto determinado y concreto.

En realidad se podrían establecer dos debates: **sentido** y **clasificación**. Y todo ello; tendente a relacionar criterios, que nos ayuden a establecer una relación entre las diferentes manifestaciones que vienen realizando algunos artistas y que

tienen que ver con el movimiento, su naturaleza y su representación. Cuando; a pesar de su diferente forma de expresión plástica o de sus diferentes técnicas y formación intelectual; todos ellos tienen puntos en común, como en este caso, el interés por el movimiento. Lo que ocurre es, que, las obras en principio, pueden ser tan dispares; que con los valores establecidos, en cuanto a la catalogación artística; no es posible conectarlos a priori, hasta que es, precisamente, el fenómeno “movimiento”; el que va a unir todas estas manifestaciones para convertirse en un apartado autónomo dentro del mundo del arte con sentido y lenguaje propio: **El movimiento** como útil de expresión.



*Espectro luminoso.*  
Física, fotografía

#### 4.1.2.1 Sentido

En términos generales podemos hablar de la **representación visual** como la manifestación por parte del artista plástico de aquello cuanto le rodea de acuerdo a su propia forma de ver las

cosas (**percepción**); y de su propio sentir (**análisis**); y un determinado sistema de representación (**expresión**).

En general, la naturaleza circundante va a ser su campo de maniobras. Todo aquello que sucede a su alrededor, todo aquello que percibe a través de sus sentidos, que interpreta de acuerdo a su propia formación, a la preocupación que en esos momentos le ocupa, social, científica, intelectual, etc. Todo ello va a constituir el área en que se va a mover el artista para comunicarse con el exterior, a través de sus obras. Lo que ocurre es que el hombre es bastante limitado en su percepción. Sus ojos sólo detectan un determinado espacio del amplio espectro electromagnético, entre las longitudes de onda de 700 Nm. correspondientes al rojo extremo y los 400 Nm. correspondientes a los últimos violetas, que forma la totalidad de emisión de radiaciones de cualquier cuerpo en el espacio; o lo limitado de nuestro oído en la percepción de una serie de frecuencias situadas entre los 20 y 20.000 Hz.; o lo limitado de nuestros ojos ante una forma de reducidas dimensiones o, bien, situada a una larga distancia. Todo ello hace muy limitado el campo al artista plástico en la representación de esa realidad. A veces se tiene necesidad de ir un poco más allá, de representar lo que no podemos ver a simple vista, de dar a conocer nuestra propia interpretación.

Si ya dominamos la representación del espacio, la representación los cuerpos; si ya dominamos también el color, su descomposición y su nueva fusión en la retina; el movimiento y el espacio, mediante las imágenes sucesivas. Porqué no adentrarnos en la génesis de todas estas propuestas, porqué no intentar representar la propia energía, la energía motora y en constante movimiento.

Es muy difícil para un artista intentar aislarse del mundo que le rodea; de hecho, es imposible porque en él encuentra su referencia y su preocupación; por medio de él y su interpretación, elaborará su propia propuesta, su propia visión; cada artista será un ejemplo de su tiempo, de la sociedad que le rodea, del medio



que habita; en cualquiera de los casos intentará aportar algo más de lo que ya conoce y se escapa a la mera visión cotidiana.

En un mundo donde se habla de electromagnetismo, de rayos X, de radar, de rayos catódicos, etc, donde la era del conocimiento y dominio del átomo está empezando a surgir; es muy difícil que el artista continúe mirando las formas a partir de su superficie y contorno externo, sin preguntarse que hay en su interior, en su estructura interna, del comportamiento de esta estructura cuando se le aplica calor o frío, de las diferencias de una y otra dependiendo del material a que pertenezcan. De qué se compone la masa, qué es la materia, qué es la energía, cuál es su naturaleza, cómo están compuestas, cómo se podrían representar. Todo ello hará que diferentes artistas se vean inmersos en esas consideraciones, que también son realidades y formas de la naturaleza. Realidades y formas, que, a pesar de ser invisibles a simple vista por ojo humano, también existen. Porqué no estudiarlas, no solamente de forma científica, sino también representativa; sus códigos formales, su comportamiento, su estructura; porqué no introducir a la gente en ese mundo invisible, donde la energía establece su reino, donde impone sus pautas de comportamiento, su constante cambio y movimiento.

**<< Por convención, dulce es dulce; por convención, amargo es amargo, y por convención, caliente es caliente, frío es frío, color es color. Pero en realidad sólo hay átomos y vacío. Es decir, los objetos de la sensación se suponen reales y es costumbre considerarlos como tales, pero en verdad no lo son. (Sólo los átomos y el vacío son reales!>>**

Desde que Demócrito (460-370 a. de C.) establece la existencia del átomo como parte unitaria de la totalidad del universo, hasta el descubrimiento del electrón en los primeros años del s. XX, y la constitución actual del átomo y el comportamiento de sus componentes establecida por Dirac entre 1927-28 en la actual **mecánica cuántica**. La ciencia, no ha tenido claro cual era el comportamiento de los distintos componentes del átomo

(electrones, protones y neutrones), ni su función en los diferentes fenómenos de tipo eléctrico, magnético o calórico; que se relacionan cuando hablamos de cualquier forma de energía.

Cuando se establece definitivamente la mecánica cuántica y se empiezan a formular los principios que van a regir la actual física atómica: del movimiento de las partículas elementales, del movimiento de los sólidos, etc.. Se van a abrir una serie de expectativas para la ciencia, que van a encontrar en la energía atómica, la electrónica y la exploración del universo, a los nuevos factores para el nacimiento de una nueva época que haría cambiar el mundo.

Todos aquellos estudios procedentes de estas investigaciones sobre el comportamiento interno de las partículas simples de cualquier elemento sólido, líquido o gaseoso; su constante movimiento; su relación con la energía. Aquellos espectros luminosos impresionados en las placas fotográficas, por diferentes radiaciones electromagnéticas. Aquellas sucesiones de color obtenidas por esas mismas radiaciones que dictaminan de qué materia procede. Todo ello debía ser motivo de interés por parte del mundo del arte. De aquellos artistas de tendencia analítica que escudriñan un poco más en la causa de los fenómenos para expresarse, plásticamente, a través de ellos.

En cierto sentido, podíamos establecer un cierto paralelismo de estos artista con sus homónimos del Renacimiento:

- De alguna forma siguen interesados en la visión y representación de la **naturaleza**; pero en su esencia más íntima, en la composición y la estructura interna de los cuerpos.
- O la búsqueda del entendimiento y el dominio de **espacio**; en el caso renacentista el espacio escénico a través de la perspectiva; en el caso que nos ocupa, el espacio interno de los cuerpos, sus partículas elementales, su equilibrio y constante movimiento.
- La propia representación de **imágenes** más allá de lo natural; religiosas, en el caso del Renacimiento como punto de

conexión con otro orden superior; o energéticas y seudo científicas en el caso de los artistas cinéticos como representantes también de algo que se encuentra por encima de lo normal, de la visión cotidiana de lo externo, de algo que sobrepasa de alguna forma el terreno humano, de la propia esencia de la energía, de la estructura del átomo, de su composición, de sus partículas en constante movimiento.

Todo ello podrían ser cuestiones a tener en cuenta a la hora de plantearnos la existencia o no, de un determinado número de artistas con ideas más o menos similares; con proyectos comunes o compatibles dentro, cada uno, de su particular producción artística; con un concepto claro que haga de sus pensamientos nuevas formas de expresión plástica; que de alguna forma se asimilen, y difieran al mismo tiempo de todas las anteriores; En definitiva una nueva idea artística basada en un mismo término, el **movimiento**; con una preocupación, la nueva sociedad, las nuevas **energías**; con un nuevo lenguaje que podríamos llamar **mecanicista**; con un mismo concepto que englobaría todo lo anterior, el **cinetismo**.

Pero todo ello, y la idea de formar una agrupación autónoma que tuviera su sitio dentro del espacio artístico basado en el cinetismo como una nueva corriente artística, resultaría un tanto complicado:

- Primeramente, por la **consideración** de ciertos sectores de la crítica que consideraban este tipo de manifestaciones, como de simple sensacionalismo visual.

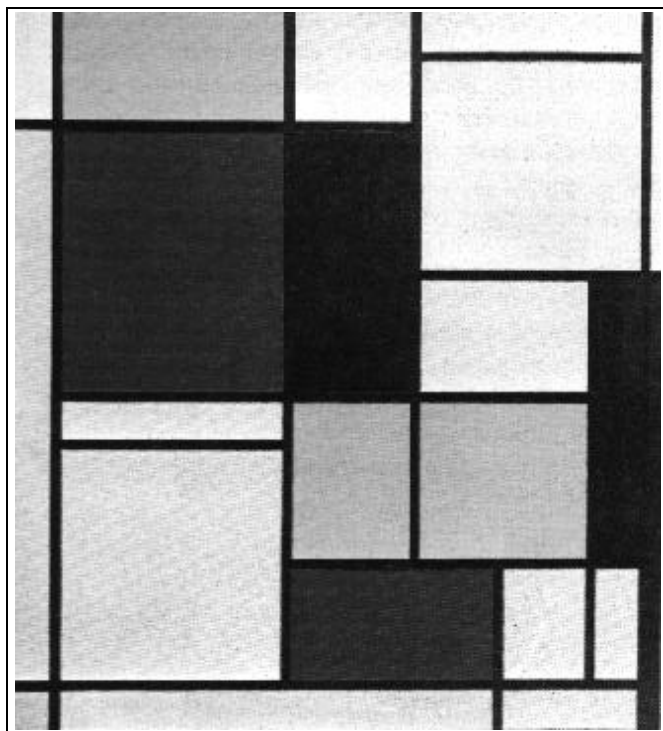
- Por otra parte, la propia **dificultad** en la catalogación, que pudiera unificar criterios y englobar las diferentes propuestas en un mismo proyecto y con un mismo nombre genérico: **El Arte Cinético**.

Aún, después de todo, faltarían encontrar y definir esas referencias o principios conceptuales que diesen a todas estas manifestaciones un sentido realmente artístico para formar en

torno a esas diferentes manifestaciones una auténtica corriente artística con sentido y expresión propia.

Contábamos con la idea futurista de representación del **movimiento**; contábamos con la idea constructivista y su visión **mecanicista**; contábamos con diferentes imágenes donde la **máquina** asumía el protagonismo de la nueva época industrial: las máquinas de Léger, las máquinas Dadá, las máquinas propiamente físicas y que proporcionan un movimiento real como la “Rueda de bicicleta” de Duchamp, la “Escultura cinética” de Gabo o el “Modulador de luz y espacio” de Moholy-Nagy; contábamos con los estudios de la física y la instauración de la Mecánica Cuántica, en 1928; en cuyo marco se van a basar los nuevos datos sobre la física **atómica** y nuclear; tan solo nos faltaría el referente teórico expresivo-plástico apropiado que pudiera actuar de principio aglutinante de todas esas ideas, un tanto dispersas. Este principio podría ser el **Neoplasticismo** al cual Mondrian se va a dedicar casi de forma obsesiva hasta el final de su carrera.

La idea de este holandés; Piet **Mondrian** (1872-1944), después de encontrar un referente claro en el Cubismo, y la nueva forma de estructurar el espacio mediante **planos**; junto, con la influencia de un filósofo amigo, Schoenmaekers, perteneciente a la Sociedad teofísica de Amsterdam; sería, adentrarse un poco más en la **esencia** de las cosas.



*Tableau II.*  
Mondrian, 1921

Mondrian busca, sobre todo, las claves de la estructura de las formas, del color; de los valores universales que constituyen cada uno de los cuerpos que nos rodean; intenta adentrarse en esos cuerpos para institucionalizar un orden universal válido a todos los niveles: físicos, morales, sociales, plásticos, etc.; intenta una creación artística partiendo de lo más básico en los componentes de la estructura creadora: las líneas **rectas**, en horizontal y vertical; los colores **primarios** como síntesis de la totalidad; el blanco y el negro, como total presencia y ausencia; como la constante **dualidad** opuesta y en equilibrio (blanco-negro, polo positivo-polo negativo, todo-nada, 1 - 0). Todo ello para alcanzar y entender las leyes generales que organizan el universo. Desde el **átomo**, como el sistema más simple que forma la materia de los cuerpos; a los sistema planetarios, que conforman la **totalidad** del universo. La abstracción de la imagen hasta una organización **matemático-**

**plástica**; la organización total de la materia de una forma objetiva, donde no intervenga el espíritu partidista de cada uno; en definitiva el arte universal.

Muchos artistas van a participar de las tesis de Mondrian; utilizando sus ideas, como inicio o medio conceptual, para llevar a cabo sus propias manifestaciones artísticas: como Calder, Vasarely, Soto, etc.

**Alexander Calder** (1898-1976), escultor estadounidense, o debemos decir más bien, ingeniero; la realidad es que en él se va a producir una simbiosis curiosa, no por ello anormal; a pesar, de la gran barrera que siempre se ha querido interponer entre el mundo de la tecnología y el arte. En su caso se van a dar unas circunstancias poderosas para que termine desarrollando una obra diferente, que uniría ambas disciplinas. Alexander Calder, primeramente se inclina por el mundo de la tecnología, lo que le va a llevar a convertirse en ingeniero mecánico; pero a la vez el mundo del arte representaría algo muy familiar y cotidiano para él, ya que su padre sería escultor y su madre pintora.

Hasta 1922 no sintió gran curiosidad en el arte, pero a partir de entonces y hasta 1926 va a asistir a la Sociedad de Estudiantes de Arte de Nueva York, trasladándose posteriormente a París. A partir de entonces va a realizar una serie de esculturas en alambre, como si de una materialización de dibujos lineales se tratase. Su propia formación también en el mundo de la ingeniería le va a llevar a mirar el arte desde un punto de vista muy particular; su parte mecanicista o constructivista seguramente le harían concebir, materializar o llevar a ese terreno de la mecánica, ciertas obras de otros artistas que le sugieren otro lenguaje plástico diferente. Sus obras, realizadas en alambre, que representan a distintos personajes como por ejemplo "El circo"; bien nos podía recordar a los trabajos de Paul Klee como "El equilibrista" de 1923 o "La máquina de trinar" de 1922, donde Paul Klee sugiere una representación **animada** (móvil) de pajaritos, por medio de una manivela; que bien le podía sugerir poner sus propias figuras de

alambre en movimiento. Lo cierto es, que, la misma inestabilidad de las figuras, ya sugerían ese movimiento.

En 1930 visita a Mondrian en su taller, donde puede apreciar el proceso de su trabajo y la multitud de rectángulos que tiene esparcidos por todos sitios; incluso, le llega a insinuar de lo interesante que podía resultar poner todos esos planos coloreados en movimiento. A partir de entonces empezará a introducir la idea de movimiento en su escultura, presentando sus primeras composiciones abstractas en 1931 a las que denomina **estables**; para presentar sus **móviles** en 1933, realizados a base de alambres y elementos de color. De alguna forma, estaría llevando a la práctica su propia idea de poner en movimiento los planos de Mondrian. Además, de introducir deliberadamente el movimiento, como un importante componente **expresivo**, dentro la obra de arte.

A partir de entonces, las ideas formales del **neoplasticismo** de Mondrian se mezclarían con aquellas **futuristas**, que incitaban al protagonismo del movimiento y la máquina.

Calder en su condición de artista-ingeniero serviría de factor o elemento aglutinante para asociar estas dos posturas que podrían muy bien representar el nacimiento de una **nueva corriente**, la que más tarde podríamos denominar como Arte Cinético.

Hemos visto en Calder dos factores importantes que van a hacer de su obra, una obra singular y personal:

- Por una parte, derivada o resultante de la propia **tendencia** hacia el mundo de la mecánica.

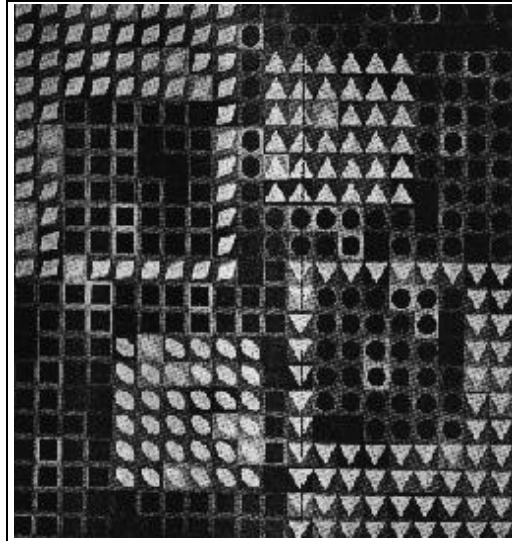
- Y por otra parte dentro de lo que podríamos denominar como orden plástico, la gran **influencia** de Mondrian.

Así pues encontramos dos factores esenciales y complementarios en su obra:

- Factor de orden **tecnológico**
- Factor de orden **plástico**

Que bien podrían suponer factores esenciales para dar a su obra ese sentido de obra **cinética**.

*Our MC.*  
Vasarely, 1966



De la misma forma, el húngaro **Victor Vasarely** (1906-1997), también se va a ver influenciado por Mondrian, y sobre todo por Malévich. Encontrando en él, sobre todo, dos factores al igual que en Calder; que van a ser determinantes para el desarrollo de su obra, a la que él mismo va a calificar de cinética. Podemos encontrar:

- Factores de orden **científico**
- Factores de orden **plástico**

Se puede decir que Vasarely está interesado, sobre manera, de todo lo que acontece a su alrededor dentro del mundo de la ciencia; le interesa tanto la microfísica y lo que ocurre dentro de la naturaleza de los cuerpos; como de la macrofísica y el comportamiento de los astros y los cuerpos que están más allá de nuestro planeta. En esencia le interesa la naturaleza que no se puede captar con los simples sentidos de que dispone el hombre; y que el mundo de la ciencia, va traduciendo y dando a conocer a base de datos y teorías. La función de Vasarely sería la de aportar imágenes que pudieran representar, plásticamente, todo ese



mundo de la naturaleza invisible; a la vez, que aportar también una función pedagógica.

En los trabajos sobre microfísica, establece un importante paralelismo entre lo que él considera:

- **Unidad plástica**, representada en un **cuadrado**, al cual, se le inscribe otra figura geométrica; como, dos elementos en equilibrio (rombo, pentágono, círculo, etc.), y

- **Unidad física** representada por el **átomo**; diferenciando en él, también, dos partes: el núcleo positivo y el electrón negativo; también en estado de equilibrio.

- Para ello, y dentro de los factores de orden **plásticos**, va a utilizar la idea de síntesis de Malévich en su “Cuadrado blanco sobre fondo blanco” como estructura simple; y la asociación de múltiples elementos a modo de Mondrian. La diferencia de ellos, en el primero de los casos, sería la idea de retorno a la complejidad, partiendo, eso sí, de la unidad simple; y en el segundo de los casos, en su idea de la búsqueda del dinamismo presente en todos los cuerpos, en contra de la idea de la representación estática que intenta Mondrian.

- Ya, dentro de los factores de orden **científico**, se va a basar, sobre todo en los estudios de **termodinámica**:

- En la **teoría cinética de los gases** y su estructura en constante movimiento.

- Y el establecimiento de cierto paralelismo de sus **unidades plásticas**, con los **corpúsculos** que reconoce la famosa “Teoría Corpuscular”.

De esta forma, Vasarely, elaboraría sus composiciones, **asociando** corpúsculos o unidades plásticas en equilibrio; del mismo modo que los átomos forman **moléculas**; que asociadas, a otras moléculas, forman a su vez los **cuerpos**. Al mismo tiempo, la **inestabilidad** visual de sus composiciones y su sensación de movimiento, estaría asociada sobre todo con el **movimiento** constante de las partículas de cualquier sustancia en estado gaseoso. Todo ello, sería un intento de expresión objetiva de la

naturaleza de los cuerpos en constante movimiento; pero al fin y al cabo desde su particular punto de vista.

De la misma forma que le interesa la microfísica, a la que asocia con la teoría corpuscular; también le va a interesar la macrofísica, a la que va a asociar, sobretodo con la teoría ondulatoria. O cómo, se manifiestan las diferentes energías en su desplazamiento a través del espacio en forma de ondas. De esta forma y dependiendo de la distinta longitud, que presenta cada onda característica del cuerpo que la emita, se puede dictaminar la naturaleza de dicho cuerpo. Esta teoría que utilizan los científicos para saber de qué se componen y la situación de los diferentes cuerpos del espacio que nos rodean, también serviría a Vasarely para expresarnos su propia visión a través de sus “**obras ondulatorias**”.

En cualquiera de los casos estará presente:

- El interés por la ciencia
- La representación de la naturaleza
- La búsqueda del movimiento óptico

En referencia a este último punto y desde el momento en que se decide a traducir la naturaleza como algo en constante movimiento; sus obras, aunque **estáticas**, también debían reflejar ese constante **movimiento**; para ello va a utilizar todo tipo de recursos plásticos que provoquen en la retina del espectador sensaciones de inestabilidad y equívoco como:

- La inestabilidad por contraste de color
- La relación figura-fondo
- Las perspectivas opuestas
- La múltiple repetición de elementos
- La superposición de placas transparentes con cierta separación, como en sus “**obras profundas cinéticas**”, donde los grafismos de ambas se superponen de forma cambiante según se desplaza el espectador.

En definitiva, el movimiento, se va a convertir para Vasarely en algo esencial y constante en su forma de expresión y

representación de la naturaleza; además de participar e implicarse totalmente al momento científico que vive.

La importancia de los datos que la física ofrece sobre la constitución de la materia y el universo; su continuo cambio; la constante evolución. Todo ello propondría también otra nueva forma de expresión plástica; un nuevo arte basado en esa nueva visión de la naturaleza; en esa naturaleza en constante movimiento; un posible arte cinético.

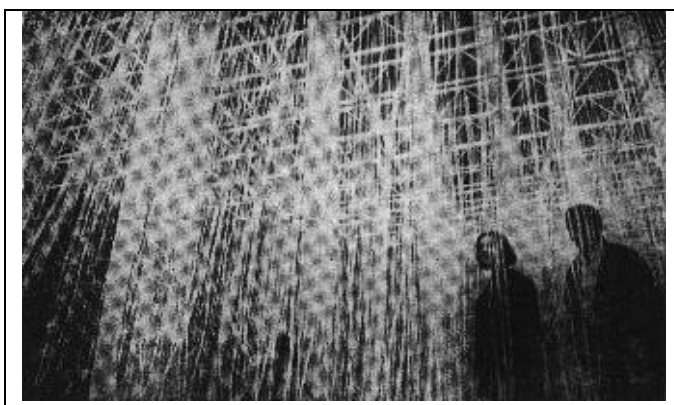
**Jesús Rafael Soto**, venezolano (1923), al igual que Vasarely se va a sentir atraído por la ciencia, y sobre todo por la estructuración de la materia y la energía contenida.

En unos años, los 50, donde los científicos ya conocen la estructura del átomo, incluso su descomposición, y no sólo a nivel orbital, en cuanto a los constantes desplazamientos de los electrones de una órbita a otra del mismo átomo o de átomos contiguos; sino la propia fragmentación del núcleo, lo que daría lugar a la energía nuclear. Ante esta situación, donde la aparente estaticidad y uniformidad de la materia, de pronto se manifiesta como una formación dinámica y en tensión; donde el equilibrio solamente depende de la relación interna de sus componentes, expuestos a que la acción de cualquier energía externa provoque incluso su desmaterialización. En base a toda esta teoría atómica como principal componente unitario de toda materia; y principal responsable de esa generación, o más bien liberalización de energía, de acuerdo al propio comportamiento de su estructura interna: **eléctrica**, en el caso de trasvase de electrones; **nuclear**, en el caso de trasvase de protones.

Ante esta perspectiva de la materia y la energía contenida en cada cuerpo; ante ese submundo invisible al ojo humano pero a la vez también natural. Soto, se ve inmerso en el gran pensamiento de lo interno; la superficie y la forma que adopta la naturaleza externa no le interesa; sólo persigue la representación de la

materia interna, incluso su **desmaterialización** para convertirla en energía; en movimiento.

Si Vasarely nos da una interpretación del átomo, como una unidad plástica que él utiliza para la posterior formación, más compleja, de las moléculas que forman la materia. Soto irá un poco más lejos intentando representar la descomposición y transformación de la propia materia en **energía**. Y lo consigue en obras como “La espiral”, de 1955, donde mediante dos espirales superpuestas a corta distancia, y mediante transparencia, provoca, en el ojo del espectador que se desplaza, una continua vibración; lo que nos produce una sensación de movimiento. O “**La varilla vibrante**”, de 1967, donde una varilla con ligera inclinación y separada de una trama de líneas verticales; a la vista del espectador, parece perder su forma de línea recta para convertirse en una línea quebrada y escalonada; la materia se transformaría visualmente.



*Penetrable. Soto, 1969*

Pero aún iría más allá intentando introducir al espectador en la propia estructura de la materia, con sus **penetrables**, a base de grandes montajes de multitud de varillas o colgantes, donde el espectador podía participar y adentrarse en la composición, formando parte de ella misma, o ponerla en movimiento.

Al igual que Vasarely, la **multiplicidad** de elementos en sus composiciones será una constante.

También Mondrian sería un referente importante, en cuanto a la utilización de esos elementos simples como elementos objetivadores de la obra, tanto en la figura como en el color. No obstante, también como Vasarely y a diferencia de Mondrian, busca en todas sus composiciones, mediante cualquier recurso, la sensación de movimiento:

- **Óptico**, sobre todo en las superposiciones.
- **Real**, por efecto del espectador o del aire, en los penetrables.

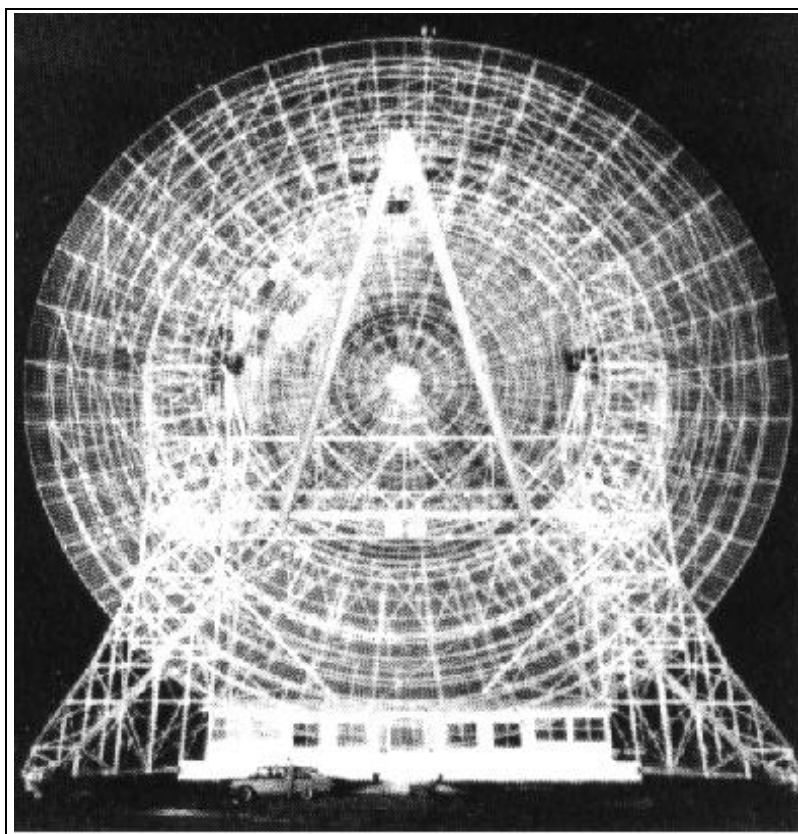
En cualquier caso el **movimiento** estaría siempre presente en su obra, como la **energía** lo está siempre en la materia.

Al mismo tiempo, el hombre como persona de su tiempo, debía estar presente y participar también de esa estructura y de esa energía. Para ello el artista plástico debería contribuir con un arte nuevo; con otra forma de ver la naturaleza que desmenuzase la propia materia; con un arte que simbolizase la energía; la energía latente en cualquier materia; la materia interna en constante **movimiento**.

A la vista de lo expuesto, podemos decir que Vasarely y Soto serían:

- Dos artistas interesados, sobre todo, por la **ciencia** y la naturaleza.
- Que provienen los dos, también, del mundo de la pintura.
- Y que su obra plástica, salvo en el caso de los penetrables de Soto, sería sobre todo bidimensional:
  - Con recursos pictóricos sobre todo en el caso de Vasarely;
  - Y relieves en el caso de Soto.

En cualquiera de los casos, los dos, buscarían el **movimiento** de forma permanente.



*Radiotelescopio de stanford. California, 1963, fotografía*

De la misma forma que Soto o Vasarely van a basar sus trabajos sobre los avances científicos, entre otros, acerca del conocimiento de la materia y la energía. Otros artistas se van a ver arrastrados por las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías; así el estadounidense **Frank Malina** (1912-1981), procedente del mundo de la ciencia, concretamente ingeniero aeronáutico; o el húngaro **Nicolas Schöffer** (1912); aún partiendo de ideas similares en cuanto a la importancia de la ciencia y la necesidad del artista de traducir plásticamente las nuevas visiones de la naturaleza: escudriñar en su interior, “*trascender la materia*”

en palabras de Schöffer; irían un poco más lejos en cuanto a la idea, sobre los procedimientos más adecuados de representación. Para ellos, la pintura y la escultura con sus técnicas tradicionales, resultaban un tanto insuficientes e ineficaces para transmitir la idea de los nuevos tiempos, de la nueva visión de la naturaleza, del espacio interno de la materia, de la energía contenida, de la energía liberada, etc.

En los nuevos tiempos donde el hombre domina el átomo desde 1942, incluso transgrede su núcleo liberando la enorme energía contenida; donde pone en marcha en 1946 una nueva máquina electrónica llamada ENIAC, que creada para su utilización en cálculos de trayectorias de proyectiles militares, más tarde, representaría un paso importante hacia la era de la computación; donde en 1948 y en los laboratorios de la Bell Telephone se inventa el transistor y todo lo que va a representar en el desarrollo de la electrónica actual; en una época donde se están haciendo intentos importantes en la conquista del espacio, recordemos que el Sputnik I soviético sería puesto en órbita el 4 de octubre de 1957. En estos nuevos tiempos, superada la segunda gran guerra y en camino hacia la segunda mitad del s. XX; también necesitaría un nuevo arte, una nueva técnica donde la representación del espacio, del movimiento, de la nueva visión dinámica de la naturaleza donde estuviese acorde con los nuevos tiempos; donde los volúmenes estáticos y compactos del modelado, la talla, el esculpido, la fundición, diesen paso a los espacios dinámicos a base de ligeras estructuras, proyecciones de color, emisión de sonidos, en definitiva un nuevo arte generalista, recordándonos el “Modulador de espacio, de luz y color” de Moholy-Nagy, en cuanto al procedimiento técnico, o la Bauhaus en sus planteamientos teóricos de arte total y de gran proyección social.

Schöffer, estaría dispuesto a poner en práctica todos esos nuevos medios que le brindan las nuevas tecnologías, la nueva mecánica representada en la **electrónica**, donde encuentra el

auténtico soporte y la herramienta de control para el resto de elementos que van a formar sus composiciones dinámicas, incluida la gran "Torre espacio-dinámica sonora"; construida en París con motivo de la Exposición Internacional del Edificio, o la escultura "CYSP" (cibernética-espaciodinámica) dotada de un cerebro electrónico para controlar el movimiento.

De la misma forma que Calder, como hombre proveniente del mundo de la tecnología, se atreve a mostrarse tal y como es, en el mundo del arte al aplicar técnicas, que él, como ingeniero mecánico domina a la perfección saliéndose del ámbito tradicional de la plástica estática; aplicar el movimiento y la mecánica, eso sí, de una manera un tanto romántica a base de mecanismos simples como la utilización de sistemas en equilibrio inestables a modo de balanzas a las que una simple ráfaga de viento puede poner en movimiento. Schöffer, con los mismos principios, en cuanto a la utilización de la tecnología como parte expresiva importante de la obra; va a ir un poco más allá de la mecánica tradicional de **sólidos** para adentrarse y utilizar la electrónica como la nueva mecánica invisible, la nueva mecánica de **partículas** que rige el interior de los cuerpos; estructura su espacio, administra su estado y controla su energía. De la misma manera Schöffer va a intentar traducir esos espacios, esa energía, esos volúmenes sin masa de los espacios luminosos a la manera de Gabo cuando éste consigue un volumen visual con su varilla en un rápido movimiento giratorio. Todo eso se lo podrían proporcionar los materiales y la tecnología de su tiempo. Como él mismo, dice: "*Hoy no faltan esos medios; sólo debemos emplearlos*". Y los medios se los va a proporcionar la electrónica, con la que va a controlar la luz, el sonido, el espacio, el movimiento.

Su idea de un arte nuevo basado en el gran desarrollo tecnológico del momento daría al arte otra dimensión acorde a los nuevos tiempos donde la nueva mecánica que rige el interior de los cuerpos se expresaría de forma visual por medio de cualquier manifestación que pudieran captar nuestros sentidos, para ello la



electricidad, la electrónica, la cibernética serían los medios adecuados. Al mismo tiempo, como medios de gran proyección en la vida cotidiana, ayudarían a la integración del arte un poco más en la vida del hombre; su idea de dinamismo del arte, del espacio, de los cuerpos. En definitiva lo que más tarde, los críticos e historiadores, van a considerar elementos constructores del nuevo arte del dinamismo; de lo que podría ser un arte **cinético**.

Así pues vemos como posturas que tradicionalmente han estado opuestas, como el arte y la mecánica; que van a ser a la vez representantes de la cultura espiritual y material, presentes, a lo largo de toda la historia de la humanidad. En estos nuevos tiempos, donde parece que el hombre está tocando lo más íntimo de la materia, donde es capaz de extraer su misma esencia, su energía. Podría ser posible y capaz, llegado a este punto; de traspasar lo considerado natural, de lo espiritual, unir ambas posturas, donde en cualquiera de los casos, ambas van a tener que sacrificar valores que las definen de antemano:

- El mecanicismo; su función eminentemente productiva.
- El arte; su visión elitista y lenguaje plástico, dirigido sólo a una mínima parte de la sociedad.

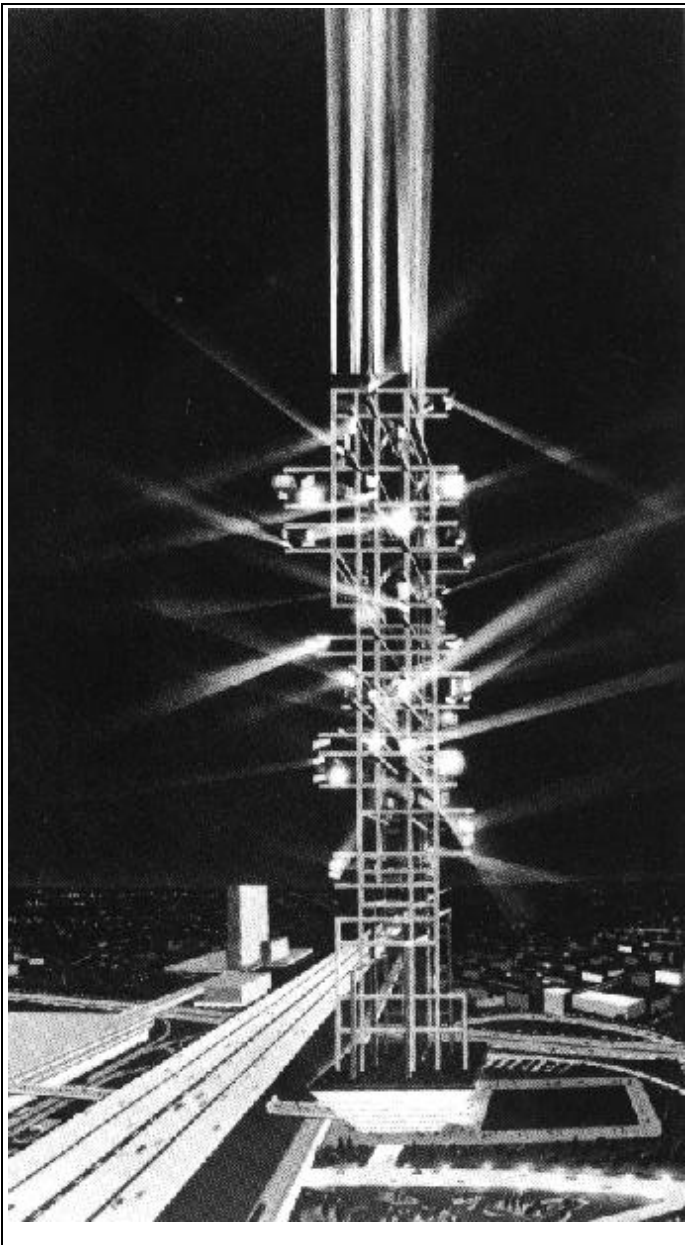
En el nuevo arte; concepto y técnica llegarían de forma más fácil y más directa al espectador; el movimiento, la inestabilidad, la participación no necesitarían de procesos complicados de aprendizaje para hacer que una imagen llegue a lo más profundo del espectador; éste no tendría que procesar ciertos datos que sólo se consiguen con el aprendizaje; simplemente a través de la visión, se ofrecería una traducción de la imagen para que llegase al último estado del cerebro, sin regiones intermedias de aprendizaje; de una forma **directa** al entendimiento general.

Dentro de estas líneas generales; donde hemos expuesto las diferentes motivaciones que llevan a algunos artistas a expresarse bajo su propio punto de vista; y a pesar de las manifestaciones de algunos críticos acerca del posible sensacionalismo y el posible alejamiento del hecho estrictamente artístico. A pesar de ello, por lo expuesto con anterioridad, sería lícito pensar en el derecho de estos artistas:

- Primeramente al **reconocimiento** de sus obras como verdaderas manifestaciones artísticas.

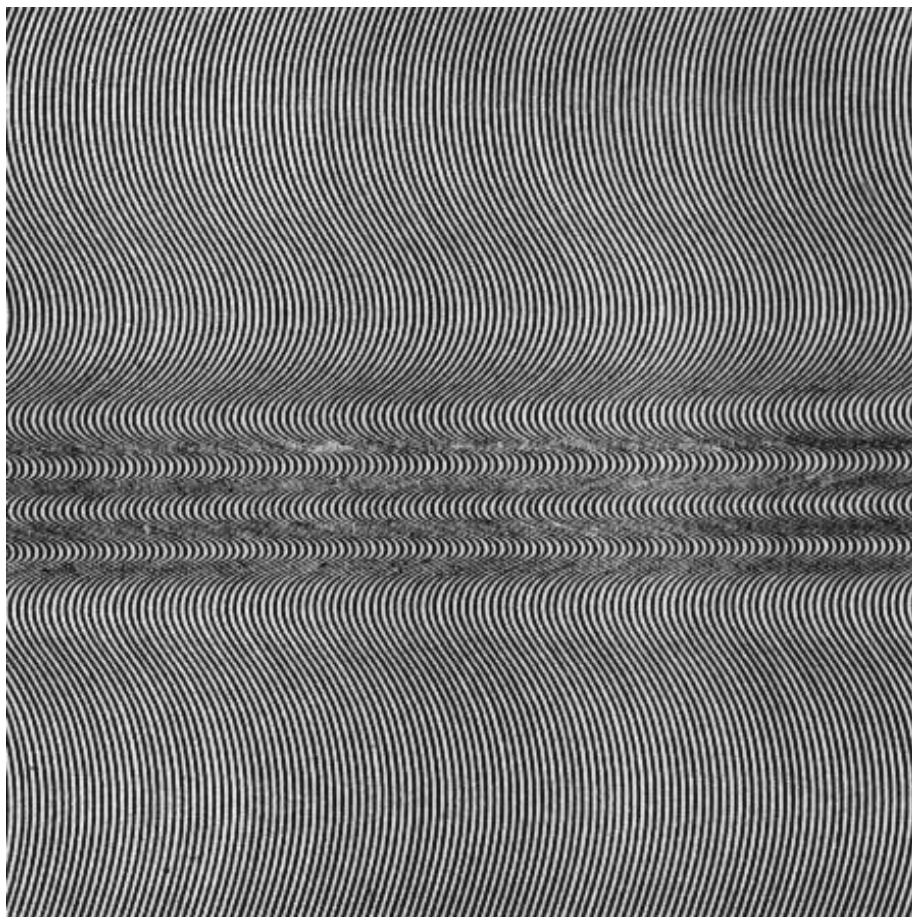
- Segundo la idea de proyecto común y a la vez diferencial de los demás basada en el **movimiento**.

Y como consecuencia; al derecho a una autonomía dentro de la totalidad del panorama artístico, y un nombre propio que definiese a la totalidad: el arte **cinético**. Algo que se terminará imponiendo pero que sería gran motivo de debate, sobre todo en cuanto a la hora de enfrentarnos a su clasificación.



*Proyecto para una torre  
cibernética.*

Nicolas Schöffer. París, 1973



*Catarata.* Bridget Riley, 1964

#### 4.3.2 Clasificación

El debate, principalmente va a estar centrado en la consideración o no, del movimiento **aparente** como parte integrante de lo que vamos a denominar arte cinético. Esta forma de movimiento, o mejor dicho, esta sensación óptica de movimiento representada por el OP ART, prescindiría del

llamado movimiento real o movimiento mecánico, por lo cual algunos lo van a incluir, y otros lo van a considerar como un arte simplemente **visual**, sin la consideración de arte cinético. Nosotros ya hemos dicho que vamos a utilizar el término **cinetismo**, para referirnos en su totalidad a la utilización de cualquier tipo de movimiento, haya o no movimiento real.

Críticos como Frank Popper o el mismo Vasarely, defienden la idea de **incluir** esa sensación del movimiento producida por ilusión óptica, en la retina, como parte del cinetismo. Stephen Bann establece tres tipos de obras dentro del arte cinético:

- Aquellas que tienen movimiento **real**.
- Aquellas a las cuales el espectador manipula produciendo una **modificación**, o que se transforman visualmente mientras el espectador se desplaza.
- Aquellas que producen en la retina del espectador ese efecto **ilusorio**, en referencia al Op Art.

Como vemos, la clasificación va a recoger un amplio catálogo donde se incluyen todas las formas de movimiento, pero a la vez las va a diferenciar, de acuerdo a su criterio particular.

La otra posición, la van a representar aquellos que consideran que el arte cinético conlleva un movimiento real; **excluyendo** el movimiento figurado, que basado en una serie de recursos, dirigidos a la provocación de sensaciones confusas de la retina, conformaría otro tipo de arte visual o arte óptico. Denys Chevalier y el crítico Jean Clay, optarían por esta postura.

Elena de Bértola en su trabajo “El arte cinético”, establece tres tipos de movimiento, de forma similar a la clasificación de Stephen Bann, como tres formas válidas para las representaciones cinéticas:

- El movimiento real, producido mediante cualquier fuerza motriz como el motor eléctrico, la fuerza del viento, etc., incluidos también los efectos lumínicos por proyecciones de luz.
- El movimiento óptico, producido por la sensación ilusoria del movimiento en la retina del ojo.

- El movimiento físico del espectador, por el efecto cambiante de la obra en el desplazamiento de éste; o la transformación de la misma obra, al ser manipulada por el espectador.

Si bien Elena de Bértola establece tres tipos de movimientos; en lo que respecta al primero de ellos, o sea, el movimiento real; lo va a diferenciar en cuanto a su origen: mecánico o lumínico. Lo que proporcionaría una segunda clasificación, referida ya, a lo que se va a considerar la clasificación general de obras cinéticas. Así pues construye un esquema en base a cuatro tipos de obras:

- **Obras cinéticas** (movimiento real)
- **Obras cinéticas ópticas** (movimiento óptico)
- **Obras lumino-cinéticas** (movimientos luminosos)
- **Obras transformables** (movimiento por manipulación o desplazamiento por parte del espectador).

Nosotros, en un intento conciliador, podríamos hablar de **cinetismo**, como el modismo que va a englobar todas esas manifestaciones de los artistas preocupados por el movimiento, y que de alguna forma van a provocar esa sensación, en sus obras, cuando son observadas o manipuladas por el espectador.

Hacer una diferenciación o catalogación, va a resultar siempre muy difícil desde la multiplicidad de puntos de vista de cada uno de nosotros. Las consideraciones siempre son relativas y no podemos afirmar de forma rotunda, que una obra óptica se deba catalogar como arte cinético:

- Si nos ponemos desde la situación de una persona invidente; para él la obra, aun teniendo relieve, será una perfecta obra estática. Tan solo si consigue apreciar un determinado cambio en su estructura formal; en este caso con su propio tacto, considerará que es una obra en movimiento; y por lo tanto cinética.

- También sería relativo decir que una obra es perfectamente estática, cuando la física nos ha demostrado que la totalidad de la estructura interna de los cuerpos está en constante movimiento a pesar de que con nuestro sistema visual no lo podamos apreciar.

En realidad todo sería relativo, y lo que sí deberíamos diferenciar y a la vez globalizar sería el término arte cinético, como **la manifestación artístico-plástica que va a tener como finalidad el estudio y la utilización del movimiento como un nuevo medio o soporte expresivo**. Lo que sí es cierto, es que, para tratar cualquier aspecto en concreto, debemos establecer, sin más remedio, puntos afines y diferenciales. Lo que nos daría siempre una clasificación. Pero, solamente, como medio aclaratorio y de situación dentro de una estructura general.

Dado que anteriormente hemos establecido las pautas generales en que se puede basar este nuevo arte del movimiento, y las motivaciones científicas que van a hacer que artistas de este tiempo se interesen por temas como el estudio de la energía, la constitución de la materia, o el continuo movimiento de las partículas que la componen. En definitiva, de las nuevas leyes de la mecánica que nos van a abrir, un poco más, la visión de lo natural. Podemos nosotros también, partiendo de la misma clasificación de **La Mecánica** en cuanto a su estudio, y atendiendo a sus dos apartados generales:

- El movimiento de las **partículas** energéticas
- El movimiento del **sólido**

Establecer, en base a estos dos puntos, nuestra propia clasificación, ya que de alguna forma se hace evidente su correspondencia.

- Si hablamos en primer lugar del **movimiento de partículas energéticas**, diremos que son aquellas correspondientes a los distintos puntos materiales unitarios que se desplazan por cualquier tipo de espacio. Incluido el espacio interno de los cuerpos (sólidos, líquidos o gaseosos).

- Cuando hablamos del **movimiento de un sólido** nos referimos al desplazamiento de cualquier sistema de partículas que en su conjunto forman a su vez una unidad física.

A pesar de que ambos movimientos están sometidos a las mismas leyes de la mecánica. Para nosotros, y en cuanto a nuestro

sistema perceptivo, sí va a haber una diferencia importante, y es que: el **primero**, correspondiente al movimiento de partículas energéticas; como los electrones que se desplazan al recibir un rayo luminoso o una descarga eléctrica; nos va a resultar **imposible detectarlo** con nuestros ojos; con lo cual, el sistema al que pertenezca o la forma que constituya, resultará totalmente estático. Mientras que en el **segundo** supuesto, sobre el desplazamiento de un sólido; aplicado a cualquier forma física que podamos ver con nuestros ojos; se hará **evidente** cualquier transformación o desplazamiento.

En base a estas dos premisas de **invisibilidad** o **visibilidad**, y la necesidad de hacer también visible, o mejor dicho **representable**, al primer supuesto; lo tendríamos que asociar con términos como: sensación, aparente, virtual, etc. A la vez que intentar utilizar para su representación diferentes efectos ópticos o visuales (contrastes simultáneos, efecto moiré, etc.) que alteren nuestra retina y proporcionen diferentes sensaciones de movimiento, a pesar de la estaticidad de la composición. Todo ello, dirigido a provocar en el espectador, esa sensación de movimiento. Por lo cual, este primer apartado lo asociaríamos con el término **óptico**.

En el caso del otro supuesto, donde se puede apreciar perfectamente un movimiento físico, simplemente lo asociaremos con el término **mecánico**.

En consecuencia vamos a diferenciar, primeramente, entre arte **cinético-óptico** y arte **cinético-mecánico**.

- Arte cinético óptico, que recogería el apartado de sensación visual: ilusoria y cambio por desplazamiento del espectador.
- Arte cinético mecánico, que recogería el apartado dedicado a cualquier cambio físico de la composición; incluida la transformación y manipulación del espectador.

Los dos indistintamente podían ser un arte cinético particular y en conjunto un arte cinético general. En realidad, lo mismo que

la mecánica, como parte de la física, establece una mecánica general dividida en dos partes: mecánica de partículas (que no podemos apreciar) y mecánica de sólidos (perceptible a nuestros ojos); también podríamos hablar de un arte mecánico en general y a su vez dividido en:

- Uno, representativo de esa mecánica de partículas, referido al **arte óptico** o de sensación visual.
- Y aquel representativo de la mecánica de sólidos, que vamos a denominar como de **movimiento real**.

En resumen, diríamos, que si la mecánica es única, y a la vez se va a encargar el estudio de las leyes del equilibrio y el movimiento; tanto del interior de cada cuerpo, como de la relación de todos ellos en el espacio. También deberíamos de considerar un único arte mecánico o cinético, al margen de si en realidad apreciamos o no el movimiento; si bien, nos produce una sensación visual aparente o, si existe, lo que denominamos como movimiento real.

En nuestro caso, que en un principio hemos adoptado una postura muy general donde a todo aquello que implicaba movimiento (real o aparente) lo hemos calificado de cinetismo, podríamos seguir adoptando esa postura conciliadora y general de considerar como cinético a todo arte que lleve implícito el movimiento como medio expresivo; bien como medio para expresar otra idea, bien como resultado final. En realidad, más que entablar un debate en torno a si considerar o no cinético, al movimiento óptico. Deberíamos hablar de artistas que utilizan diferentes medios, técnicas o materiales; con resultados plásticamente diferentes y de contenido similar; además del **movimiento**, en cualquiera de sus facetas, como su factor común; y la **mecánica**, como su ley general.

- En algunos casos utilizarán la mecánica de partículas que les proporciona la **electrónica**; como representante del nuevo mecanicismo, a base de las relaciones internas de los cuerpos.

- En otros, la mecánica tradicional de sólidos y su relación a través de la **clásica** máquina, de sus ejes, levas, piñones, etc.



En definitiva, la mecánica y la **máquina** en sus diferentes facetas y un solo arte del movimiento; un arte **cinético**, que además incluiría aquellas otras obras a base de proyecciones de luz y emisión de sonido, las cuales, más que ópticas o mecánicas, podríamos calificar de **energéticas**. Al fin y al cabo, la energía en sus diferentes manifestaciones, bien luminosa o sonora; representaría a la vez, su medio expresivo y su mecanismo dinamizador.

En realidad cualquier clasificación se puede considerar artificial e incorrecta; nunca tiene un valor absoluto; siempre existen matices entre sus distintos apartados que los separan o los unifican. En cualquiera de los casos, nosotros hemos adoptado el término mecánica en su significado más amplio, para que nos sirviera como nexo de unión entre el movimiento y el arte. Mecánica, que hemos asociado a la máquina, como la materialización que el hombre hace del término y de la cual se sirve:

- Para dar una explicación a ciertos fenómenos naturales, como el movimiento de los cuerpos en el espacio y sobre la propia tierra.

- O para enfrentarse al mundo de la producción y hacer, a la vez, un poco más cómodo el esfuerzo de los hombres en los duros trabajos en donde se requería una gran potencia mecánica.

Hemos utilizado la máquina incluso para criticarla, menospreciarla y también glorificarla, en diferentes momentos de la historia del arte.

En nuestro caso, no solo va a servir, como ese nexo de unión entre el movimiento y el arte; serviría también para unificar la clasificación de ese arte en movimiento, para eliminar las barreras que rompen esa clasificación, de lo real y lo virtual, de lo que es y lo que percibimos; del sentimiento mismo de la sensación; de la sensación de vibración, cambio, modificación; del movimiento en todas sus facetas: reales, ópticas, lumínicas, etc. En resumen, de una gran base para un nuevo arte. Del ARTE en movimiento.

No obstante, seguiría siendo complicado calificar un nuevo modismo y unificar una clasificación.

A algunos artistas, sobre todo procedentes del mundo de la escultura, les interesaría sobre todo el movimiento, que vamos a llamar, "real"; aquel que implica el desplazamiento a través del espacio de las diferentes formas de la composición, nuevos espacios, nuevas visiones, la sensación temporal, la vida misma en constante movimiento.

Para ello, la máquina se debía convertir en el elemento adecuado, capaz de generar y transmitir ese movimiento. Afortunadamente ya la máquina, de una forma u otra, se había hecho con un espacio dentro del mundo del arte: la imagen del mundo de la industria y de la máquina que quieren representar muchos artistas como Léger, Delonay, los futuristas o los constructivistas, va a hacer que la máquina forme parte habitual de las diferentes representaciones artísticas de principios del s. XX. Incluso los dadá con Duchamp y Picabia al frente; aunque con planteamientos totalmente opuestos a los anteriores, también van a contribuir a la difusión de esta imagen. Los propios trabajos de la Bauhaus, dirigidos a la universalización del arte y su incorporación a todos los órdenes de la sociedad incluido cualquier utensilio y las propias máquinas. Todo ello haría de la máquina una imagen un tanto más humanizada; en algunos casos se la mitificaba, en otros se la denostaba. Lo difícil sería sacarla del contexto productivista en que se encontraba, lógicamente para eso se había concebida y había sido creada. El mundo productivo no tenía nada que ver con el mundo de la contemplación. La máquina y el arte por lo tanto, representarían mundos totalmente opuestos; por lo que tendríamos que separar la máquina de la simple producción; o el arte de la simple contemplación; debíamos conseguir un acercamiento, donde los dos se encontrasen en el mismo espacio.

El arte ya había puesto su granito de arena incorporando la imagen de la máquina en sus representaciones; la máquina

también, introduciendo el diseño en las carcasas que envolvían sus mecanismos. Faltaría el paso definitivo; donde dejaran de lado las superficies corporales para entremezclar sus espíritus. El espíritu de **movimiento** siempre latente en la estaticidad de la obra: desde el Discóbolo de Mirón a la Danza de Matisse. El espíritu de la **animación** y logro del hombre, representado en el movimiento de la máquina. Tan solo habría que unir ambos espíritus, ambos movimientos; ofrecer una imagen; **materializarlos**.

- Calder va a ser sin duda el hombre que va a representar la mezcla de estos dos espíritus, donde arte y mecánica se van a unir para materializarse en sus móviles.

- Más tarde Malina o Schöffer, en la misma línea de aplicar planteamientos tecnológicos a la propia técnica de representación; aplicarían la electrónica como la nueva máquina, capaz de controlar los efectos plásticos a base, sobre todo, de luz y sonido.

En cualquiera de los casos, asumirían la continuación de la idea constructivista; de la nueva época, que daba paso a la segunda mitad del s. XX.

Otros artistas, procedentes, sobre todo del mundo de la pintura; intentarían traducir su visión del nuevo espíritu, de acuerdo también, a su propia idea pictórica. Para ellos, el movimiento iría implícito en la misma técnica de representación; no necesitarían de máquinas materiales para transmitir al espectador esa idea de movimiento. Sus mecanismos serían los propios efectos visuales a base de imágenes inestables que provocan la premeditada confusión visual del espectador. Según Vasarely <<...**la base misma del cinetismo es la existencia de casos límites en los que el ojo organiza un campo necesariamente inestable**>>.

Representaría el ejemplo del movimiento “aparente”.

Tanto Vasarely como Soto, interesados sobre todo en la ciencia de su tiempo y la nueva visión de la naturaleza. A su modo, van a intentar representar esa naturaleza, donde ellos, más que copiar, van a interpretar y traducir todos los datos que los

científicos dan acerca de la constitución de la materia interna de los cuerpos, de su comportamiento, de su energía contenida, de su energía en **movimiento**.

Vasarely, prácticamente y en todo momento va a utilizar la idea del movimiento óptico aún en sus relieves; en cambio Soto, con sus penetrables, introduciría a la vez la idea de participación del espectador para mezclarlo en la composición. Invitándolo de alguna forma, o a cualquier ráfaga de viento, a poder mover dicha composición.

Esta idea de participación del espectador, incluso a efectos de modificar la composición de forma mecánica o visual según su desplazamiento; sería también una de las propuestas que podrían estar en la línea del nuevo arte; no olvidemos que cualquier cambio o alteración, definiría también al fenómeno movimiento; de esta forma el israelí **Jacov Agam** (1928), proporciona al espectador sus obras **transformables** cuyos elementos pueden ser desplazados a voluntad formando diferentes composiciones. O bien, mediante relieves, a base de láminas pintadas en sus caras, de forma alternativa; proporciona, según su ángulo de visión, composiciones e imágenes diferentes. Su preocupación, parte de la idea de la creación y la materia como de única realidad. Así como las diferentes visiones que presenta, corresponderían a las múltiples facetas de la vida.

Pol Bury (1922) y Jean Tinguely (1925-1991), los dos procedentes del mundo de la pintura, simplemente ponen los elementos compositivos de sus cuadros en movimiento; para ello, recortan dichos elementos y les aplican motores, con lo cual consiguen composiciones dinámicas, cambiantes y en constante proceso de evolución. A Pol Bury le interesaría sobre todo ese proceso en sí, invitando a su **contemplación**. Más que buscar un efecto de sensación visual, intenta abstraer al espectador mediante la lentitud de movimiento de sus formas, las que a veces provocan algún sonido al encontrarse con cuerdas tensas, como si de instrumentos musicales se trataran.

Por su parte, y después de esos primeros relieves, **Jean Tinguely**, más que a la importancia del movimiento, dará importancia a la máquina; haciendo de ella una constante metáfora, a la manera de

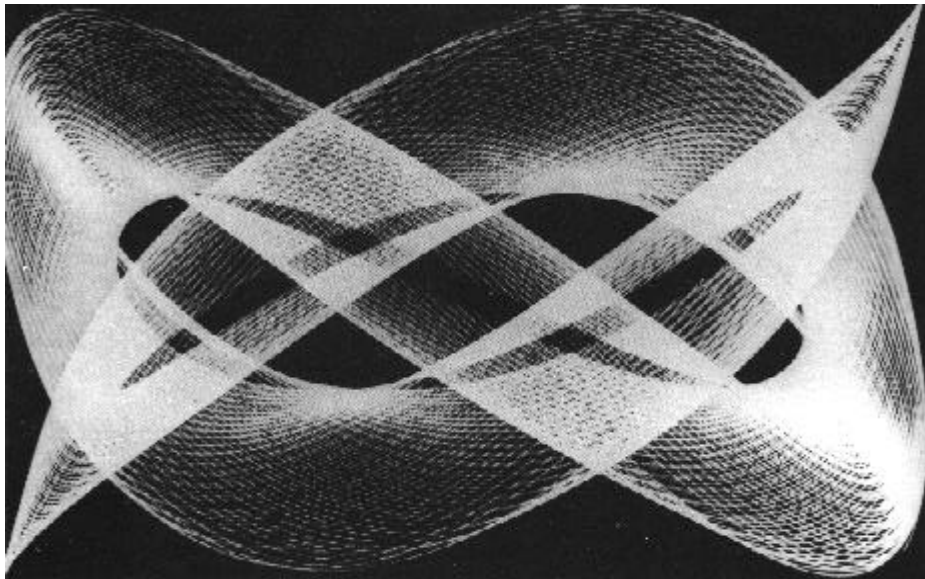
Picabia y los Dadá; pero esta vez utilizando la máquina en sus tres dimensiones y sus provocadores movimientos.

En cualquiera de los casos, la composición dinámica estaría siempre presente en estos artistas; que bien por motivaciones científicas, técnicas, sociales, plásticas; buscarían el movimiento como elemento referencial y sustentador de su particular forma expresiva.

- La **dinámica**, más que nunca, representaría la constante relación entre materia y energía.
- La **mecánica**, en cualquiera de sus formas regularía esa relación.
- El **movimiento**, visible o no, representaría la constante vital de esa misma relación.
- El **arte**, por su parte, debía asumir y reflejar esa nueva visión.

Materia y energía, serían la constante del nuevo pensamiento.

*Trayectoria resultantes de los movimientos oscilatorios de períodos,*



*amplitudes y fases fiferentes. Física, fotografía.*

#### **4.1.3 MATERIA Y ENERGÍA**

La visión de la mecánica, que se tenía desde los primeros tiempos; como la parte de la física encargada de esa relación de los cuerpos en equilibrio y en movimiento, asociada sobre todo a la materia y a la relación de esos cuerpos capaces, como en la máquina, de formar una agrupación en movimiento; con la llegada de la electrónica adquiriría una nueva dimensión.

Con la aparición de la electrónica y los nuevos mecanismos de la segunda mitad del s. XX: el transistor, el diodo, etc. y por último el circuito integrado y los microprocesadores, que van a configurar el conjunto de mecanismos de esta nueva mecánica, cambiarían de forma radical su visión clásica y tradicional. Las poleas, palancas, árboles de transmisión, etc. tan utilizados en la mecánica tradicional van a dar paso a las señales energéticas invisibles al ojo humano: la electricidad, el magnetismo, la electrónica; o lo es lo mismo, la nueva mecánica de partículas se encargaría ahora de controlar el movimiento que la mecánica clásica era incapaz de controlar. El movimiento y la asociación de electrones en diminutas partículas de metal; su control y manipulación, que en base a sus múltiples combinaciones, nos van a guardar o transmitir cualquier información. Esta nueva mecánica, más asociada a la energía, más difícil a la visión humana, más abstracta a la conciencia del individuo; posiblemente, más proclive a la presencia y utilización del nuevo arte; de un nuevo arte que intenta romper con la sensación de estaticidad de la materia; materia, de la que también esta compuesta la obra plástica, el cuadro, la escultura.

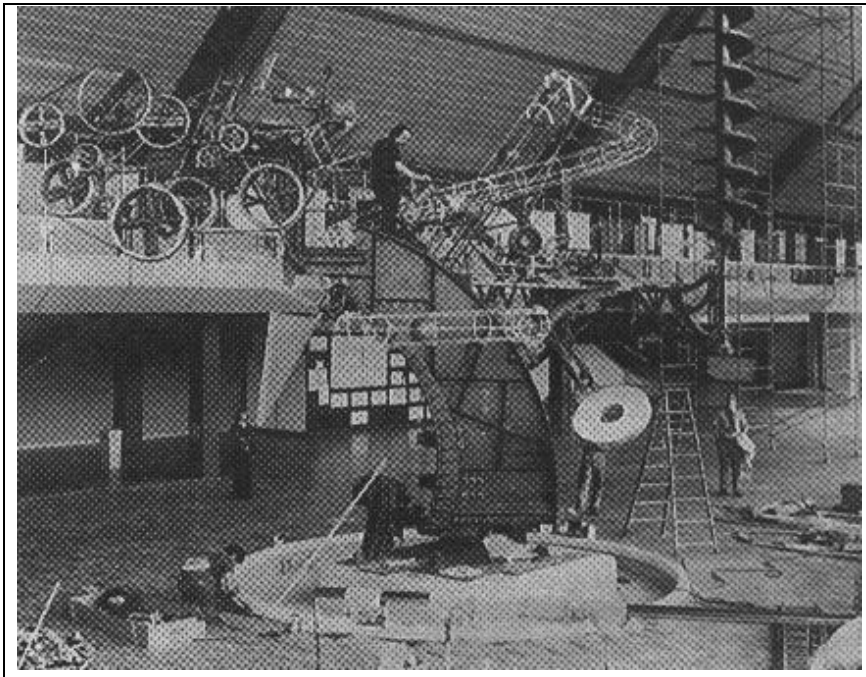
Cuando Gabo pone su varilla en movimiento para conformar un volumen virtual; o Duchamp hace lo propio con sus placas rotatorias de cristal (1920) a las que mediante un eje y un motor hace girar a gran velocidad para provocar la sensación de un espacio, donde las cinco placas rectangulares, a las que a pintado ciertos trazos discontinuos, parecen crear distintos volúmenes cilíndricos; o la espiral en rotación (1924-25), que en su giro

provocaba una gran profundidad; y que serviría como modelo a Soto para su espiral (cinético-óptica) de 1955. No cabe duda que nos estábamos encaminando hacia otra visión de la materia; hacia otro estado, donde el cambio continuo, la vibración, el dinamismo, la propia energía parecía querer separarse de la materia, de hacerse visible al ojo humano, de mostrarse en sus diferentes facetas: reales o virtuales; materiales e inmateriales; luminosas o sonoras. Trascender la materia, dinamizarla en cualquier caso.

Para ello, **La Mecánica**, en cualquiera de sus facetas, resultaría indispensable.

*Jean Tinguely, trabajando en una de sus obras, 1967*

#### 4.1.4 MECÁNICA Y ARTE



Desde el principio del trabajo hemos intentado establecer una **relación** directa de la mecánica con el arte; aquellos momentos en que pudieran haber entrado en contacto; incluso, no teniendo ninguna relación aparente, hemos encontrado situaciones donde la propia persona, el propio creativo, serviría de nexo de unión entre las dos disciplinas; como la propia situación social de mecánicos y artistas de la Época Clásica, donde cualquiera de ellos como trabajador manual sería denominado **banauso** (mecánico); o como en el caso de los maestros artesanos de la Edad Media, donde el taller que representaban, se encargaba: tanto de pintar un fresco, como de fabricar un reloj; o en el Renacimiento, donde antes de elevar a la pintura, la escultura y la arquitectura a la categoría de arte con mayúsculas, hombres como Leonardo o Brunelleschi, son, tan buenos artistas, como mecánicos; o en la Revolución Industrial con la arquitectura del hierro y su simbiosis entre ingeniería y arquitectura; o el movimiento Arts and Crafts de Willian Morris y su intento de unificar arte y artesanía.

Todo ello encaminado a buscar esa relación de convivencia de la mecánica con el arte; que no se va a producir, de forma consciente, hasta el s. XX, donde la máquina como parte material del término mecánica, y como nuevo elemento social, estaría presente, cada vez más, en la vida cotidiana. Representante del progreso, para unos; y del desastre para otros; se va a hacer visible, en diferentes representaciones: futuristas, dadaístas, constructivistas, etc., en cualquiera de los casos como representante del nuevo poder; que mueve, que manipula, que pone en marcha cualquier proceso: productivo o destructivo; la máquina asociada al dinamismo, a la velocidad, al continuo movimiento; poder de los nuevos tiempos, que genera y transforma la energía; que nos transporta, que nos comunica, que nos controla.

Mientras tanto, el arte no podía quedar al margen del fenómeno. Porqué no utilizarla, conocerla, aprovecharla como nuevo medio expresivo; desgazarla; ir más allá, hasta sus



principios; adentrarse en su mecánica; investigar su génesis, sus movimientos, descubrir y representar su propia energía.

En esa tarea se van a implicar los diferentes artistas con tendencias un tanto **mecanicistas**, bien por su propia formación como Calder, Malina o Schöffer provenientes del mundo de la técnica; bien por preocupaciones científico-naturales como Vasarely, Soto, etc.; científico-teológicas como Agam; o mecánico-sociales como Tinguely. Cada cual intentará aplicar el **dinamismo** a sus composiciones, mediante su propio concepto de arte y sus propios medios técnicos. El mecanicismo, en sus diferentes facetas, estaría siempre presente en el proceso:

- Calder tan solo aplicaría la mecánica tradicional del equilibrio, entre un sistema mecánico de sólidos y la energía que puede proporcionar el viento.

- Schöffer va un poco más allá aplicando la nueva mecánica de partículas que representa la electrónica, introduciendo en nuevo concepto de **cibernética**; como las normas que deben regir en cualquier cuerpo en movimiento; ya sea natural como el hombre, ya sea artificial como la máquina. La idea es de controlar y llenar el espacio de dinamismo visual y sonoro; adaptar todo ese conjunto mecánico al ambiente; integrarlo de acuerdo a los factores externos que le rodean: ruidos, temperatura, luminosidad, etc., todo ese ambiente que debía captar el propio mecanismo y de acuerdo a ello, comportarse; “cobrar vida”, ofrecer una imagen plástica acorde con todo ese entorno.

- Vasarely utilizará una mecánica más sutil; la idea de mecánica que rige la dinámica interna de la materia, su estructura profunda, invisible; la mecánica de partículas en constante movimiento, en constante vibración; su idea sería, la de acercarnos visualmente a ese mundo dinámico, vibrante; a través de nuestro propio sistema perceptivo, de nuestro propio sistema visual; aprovechando su mecánica imperfecta ante visiones confusas, donde el ojo no consigue transmitir al cerebro esa imagen estable.

- Soto iría un poco más allá, como si de una imagen microscópica se tratara. Iría introduciendo al mismo espectador en el mismo interior de la materia, de su espacio interno, de su estructura dinámica. La mecánica de partículas, se convertiría en mecánica de sólidos en sus penetrables, se haría visible ante nuestros ojos; el propio espectador, se convertiría en una pieza más de esa estructura dinámica.

- Agam introduciría la idea de "misma realidad" bajo múltiples visiones; de diferentes comportamientos; puntos de vista e intervención del individuo, del espectador. Su idea sería dinamizar esa realidad, ofrecer diferentes puntos de vista; **una** sola obra y **diferentes** imágenes. El propio espectador se convertiría en hacedor, en mecánico que transforma la imagen a voluntad.

- Tinguely introduciría la imagen de la máquina tal y como es: pura y dura. Sus composiciones son auténticamente mecánicas a base de levas, palancas, engranajes, correas de transmisión. Al igual que Picabia utiliza la imagen de la máquina como crítica social e industrial; se implica totalmente en ella, en su "magia", en su "engranaje". Su idea de poner en marcha las composiciones de sus pinturas; le van a hacer aplicar los más corrientes recursos mecánicos, para más tarde poner en movimiento todo aquello que encuentra a su paso. La primera idea de mecanizar la obra de arte, tendría más tarde un camino de vuelta, al aplicar recursos estéticos a sus máquinas; donde las libera totalmente de su función productiva, de su esencia natural; donde pone al descubierto su esqueleto, su mecanismo interno despojándolas de sus "pieles", de su carcasa externa; poniendo al descubierto su íntimo movimiento; donde convierte sus ritmos cadenciosos, en imprevisibles e inquietantes en todo momento. La inquietud de la vida misma, del mundo como una gran máquina en constante movimiento.

**<<El dinamismo es la ley de oro de nuestro tiempo. Todo se pone en movimiento, todo transcurre, todo se transforma. Tanto en las sociedades como en los objetos y en las formas. El equilibrio ha**

***dejado de hallarse en la inmovilidad para encontrarse sólo en el movimiento. Tenemos una experiencia directa, íntima del movimiento. Tanto cuando miramos un filme como cuando circulamos en el mundo o miramos las máquinas generadoras o destructoras de materia. Era inevitable que el arte llegara a expresar, utilizando medios adecuados, esta nueva experiencia que el hombre tiene del mundo exterior***>>. (1956, Art et Technique de Pier Francastel, p. 221).

En **1955**, la galería Denise René presenta bajo el título **El movimiento**, una exposición conjunta, donde Agam, Bury, Calder, Duchamp, Jacobsen, Soto, Tinguely y Vasarely, exponen obras, que van a tener que ver con este fenómeno; donde los términos cinético, dinámico, cinetismo, aparecen constantemente en “El manifiesto amarillo”, con motivo de la exposición. Donde cada uno y de acuerdo a su propio lenguaje plástico, encontrarían un nexo común: el interés por el movimiento. El interés por hacer de sus obras composiciones dinámicas, reflejo de los nuevos tiempos; de las nuevas tecnologías, de la nueva visión de la naturaleza, del estado interno de la materia, de la misma energía. Parecía llegado el momento de unirse, agruparse en torno a un idea, a la idea del movimiento. Parecía llegado el momento de establecer un nuevo “ismo” basado en el **movimiento**. En **1968**, el crítico Guy Habasque alude a esta misma exposición, organizada por Roger Bordier, y sobre su tendencia cinética: <<***...puede ser considerada, al menos por comodidad, la primera manifestación de conjunto y, por decirlo así, el primer manifiesto de facto...***>>. (“Actualité du cinétisme”, La galerie des Arts, julio-agosto, p. 18 y 19)

Parecía llegado el momento de establecer un nuevo arte; un arte donde la ciencia nos descubre el interior de la materia, ofreciéndonos una nueva imagen de la naturaleza; donde la tecnología mediante la mecánica (tradicional o moderna) aporta nuevos soportes estéticos; donde la nueva máquina: su imagen, su funcionamiento transmite al arte esa idea de movimiento.

Diríamos que podría haber llegado el momento de un posible arte cinético.

## **CONCLUSIONES**

Una vez establecidos los criterios mediante los cuales cabía la posibilidad de la aparición de un nuevo modismo, dentro del mundo del arte, que tuviera como medio o principal soporte expresivo al movimiento. Nos damos cuenta que no ha sido nada fácil llegar a ese momento: primeramente por las dificultades que siempre ha planteado la relación del arte con el mundo de la técnica y la ciencia, tan cercanas también al movimiento. Después, aún, dentro ya del s. XX por la dificultad de críticos e historiadores, en cuanto a la catalogación y definición de ese nuevo modismo que se debía conformar como ese nuevo arte del movimiento o arte cinético.

Nosotros, dentro de esa dificultad, hemos ido estableciendo relaciones a lo largo de la historia. Entendíamos que el arte cinético, estaba totalmente comprometido con el mundo de la ciencia, de la física, de la mecánica, del movimiento. Que todos estos factores se relacionaban directamente con la tecnología, la máquina, la ingeniería. Y que además, existía un aparente y eterno distanciamiento de todo ello con el mundo del arte. Pero además también era evidente, en muchos de los artistas de esta mitad del s. XX, el interés por todos estos temas que se relacionaban directamente con el mundo de la ciencia, la técnica y el movimiento. ¿Acaso era algo anormal?. O ¡Era algo que se podría considerar razonable dentro de ese mundo de las artes plásticas!

La respuesta a la pregunta, ha sido la causa por la cual hemos iniciado ese largo recorrido a lo largo de la historia del hombre intentando buscar esa difícil relación, que no se evidencia definitivamente hasta ese final, y que va a significar la instauración del Arte Cinético como representante de ese arte del movimiento, de ese nuevo arte preocupado por la ciencia. Que utiliza la electrónica y la mecánica, como otras técnicas más de representación. La idea de electrónica como esa nueva mecánica de partículas, invisible al ojo humano, que podría dar pie a la interpretación de ese movimiento invisible, latente en todas esas representaciones de movimiento aparente (Op Art),

confundiéndonos la retina y el cerebro. O bien la mecánica tradicional de sólidos, con sus piezas visibles y en movimiento, sin otra función más, que la expresividad.

Todo ello; la propia preocupación e interés del artista del s. XX por el mundo de la máquina, la tecnología, la ciencia; también estaría latente a lo largo de la historia del hombre, de otros artistas de tiempos pasados. Solamente, necesitaban el marco adecuado, las condiciones, para romper con esa sempiterna idea enfrentada, de arte y mecánica. A pesar de todo, creemos haber encontrado, en todo momento, puntos de conexión de los dos términos que se cruzaban inevitablemente al hablar de movimiento.

El movimiento, va a ser precisamente el término que vamos a utilizar en todo momento y que además se convertiría en nexo de unión y a la vez protagonista:

- Protagonista como termino que va a dar nombre a este nuevo arte, Arte Cinético.
- Protagonista en el campo de la filosofía, con los problemas que planteaba su naturaleza y su definición.
- Protagonista en física y su apartado de mecánica, especialmente dedicado a la resolución de todos los planteamientos que presenta el movimiento.
- Protagonista en las máquinas y mecanismos, creadas específicamente para la traducción material y visual de esos movimientos.
- Protagonista en esas obras de arte óptico, que como máquinas visuales nos van a transmitir también esa sensación de movimiento.

Protagonista, sobretudo en el apartado de la mecánica; otro término que hemos venido utilizando como medio imprescindible para la traducción y justificación del movimiento. La mecánica como:

- Planteamiento filosófico, en cuanto a la idea de entendimiento de las leyes ocultas que rigen y mueven el universo

- Protagonista de esa cultura material, con la cual el hombre de todos los tiempos intenta liberar, lo más posible, su carga y el esfuerzo laboral.
- Protagonista en el mundo de la física actual, organizando y estructurando el constante movimiento de partículas y elementos de la materia en general. La traducción entre materia y energía, como norma que gobierna el universo.
- Protagonista en el arte cinético como idea y soporte para provocar el movimiento.

En definitiva, la idea principal del trabajo sería la de justificar este arte del movimiento, este arte mecánico, este arte denominado cinético; mediante aquellos referentes históricos; que van a hacer posible que a mediados del s. XX, se pueda instaurar, con todo el derecho, este nuevo modismo dentro del mundo del arte, y porqué no, convertirlo a la vez en proclama o derecho del mundo material, del mundo mecánico, a formar parte, también de ese mundo del arte, de ese mundo espiritual. En definitiva la unión de materia y espíritu, inseparable, a la vez, a la propia idea humana.

Idea de unión de materia y espíritu en el mítico Dédalo, en Villard de Honnecourt, en Brunelleschi, en Leonardo Da Vinci, en todos aquellos hombres de la idea global de entender el mundo, el saber; de la idea del arte total de la Bauhaus y otras escuelas de arte del s. XX. De la idea del arte cinético como arte reivindicativo, como arte conciliador, como arte global; como la idea de unión en algún momento del arte y la ciencia, que ya preconizan los hombres del renacimiento; con la utilización en el arte, de la geometría y las matemáticas a través de la perspectiva; o los impresionistas con la inclusión de la teoría del color; o los futuristas con los estudios del movimiento y la representación sucesiva de imágenes; en general de todos aquellos artistas interesados en la realidad de su tiempo, de la nueva sociedad industrial, mecanicista, tecnológica, científica. En definitiva, en



conjunto y por todo ello, la justificación de un nuevo modismo, el Arte Cinético.

- Con una idea eterna y general, la unión de materia y espíritu.
- Con una idea específica, la preocupación por el mundo de la ciencia.
- Con una idea formal, la utilización de la mecánica como técnica y procedimiento de representación.
- Con una idea conceptual, la utilización del movimiento como soporte expresivo de esa nueva sociedad.

Con todo ello creemos haber llegado a esta mitad del s. XX, con las condiciones más adecuadas para la justificación, formalización e instauración de ese nuevo arte del movimiento, del Arte Cinético.

Arte cinético que en ningún momento hemos intentado analizar a fondo; ni en las diferentes propuestas que ofrecen los artistas que van a ser considerados cinéticos, ni en las consecuencias posteriores de este arte en el conjunto del panorama artístico posterior. Tan solo, hemos intentado hacer una revisión, de forma muy genérica, para justificar y sacar en consecuencia una conclusión. De forma esquemática, debíamos transmitir unas pautas generales, por las cuales: una idea, en este caso el **movimiento**; mediante un canal adecuado, la **mecánica**; tendría una consecuencia en el panorama artístico, el **Arte Cinético**.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA GENERAL**

- Aspe Armella, Virginia. **El concepto de técnica, arte y producción en la filosofía de Aristóteles**. Fondo de Cultura Económica. México, 1993.
- Bernal, John D.. **Historia social de la ciencia**. Ediciones Península M. R. Barcelona, 1973.
- Carandini, Andrea. **Arqueología y cultura material**. Edit. Mitre. Barcelona, 1984.
- Celdrán, Pancracio. **Historia de las cosas**. Ediciones del Prado. Madrid, 1995.
- Jellicoe, G.. **El paisaje del hombre: la confirmación del entorno desde la Prehistoria hasta nuestros días**. Edit. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1998.
- Kinder, H. y Hilgemann, W.. **Atlas histórico mundial**. Edit. Istmo. Madrid, 1990.
- Kirk, G. S.. **Los filósofos presocráticos: historia y crítica con selección de textos**. Edit. Gredos. Madrid, 1987.
- Lara Peinado, Federico. **El nacimiento de la civilización**. Historia 16. Madrid 1988
- Leroi-Gourhan, André. **El hombre y la materia (Evolución y técnica I)**. Altea, Taurus, Alfaguara, S.A. Madrid, 1988.
- Laszlo, Ervin. **Evolución. La gran síntesis**. Edit. Espasa Calpe, S.A. Madrid, 1988.
- Messadié, Gérald. **Los grandes inventos de la humanidad**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1995.
- Moure Romanillo, Alfonso. **El hombre paleolítico**. Historia 16. Madrid, 1988.
- Rayner, C. **El cuerpo y la mente**. Ediciones Folio S.A. Barcelona, 1985.
- Sabbagh, Antoine. **La Europa de la Edad Media**. Edit. Vives. Barcelona, 1988.
- Segura, C. Y Cabrera, E. **Historia de la Edad Media II: Bizancio y el Islam**. Edit. Alhambra. Madrid, 1987.

- Varios autores. **Crónica de la humanidad**. Edit. Plaza & Janés. Barcelona, 1989.
- Varios autores. **Sobre el concepto de cultura**. Editorial Mitre. Barcelona, 1984.
- Valeón, Julio. **La alta Edad Media**. Edit. Anaya. Madrid, 1988.
- Valeón, Julio. **La baja Edad Media**. Edit. Anaya. Madrid, 1988.
- Williams, Christopher. **Los orígenes de la forma**. Edit. Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

### **BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICO-TÉCNICA**

- Aracil, Javier. **Máquinas, sistemas y modelos**. Edit. Tecnos, S.A. Madrid, 1986.
- Basalla, George. **La evolución de la tecnología**. Editorial Crítica. Barcelona, 1991.
- Bronowski, J. **El sentido común de la ciencia**. Ediciones Península, M.R. Barcelona, 1978.
- Crombie, A. C. **Historia de la Ciencia: De San Agustín a Galileo**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1974.
- Derry, T.K. y Williams, T. **Historia de la tecnología. Desde la antigüedad hasta 1750**. Editorial Siglo XXI. Madrid, 1989.
- Derry, T.K. y Williams, T. **Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900**. Editorial Siglo XXI. Madrid, 1990.
- Ducassé, Pierre. **Historia de las técnicas**. Edit. Universitaria. Buenos Aires, 1973.
- Einstein, A. e Infeld, L. **La evolución de la física**. Salvat Ediciones, S.A. Barcelona, 1993.
- Farrington, Benjamin. **Ciencia y filosofía en la antigüedad**. Edit. Ariel. S.A. Barcelona, 1983.
- Forbes, Robert J. **Historia de la técnica**. Fondo de Cultura Económica. México, 1958.

- García Font, Juan. **Historia de la ciencia**. Ediciones Danae. Barcelona, 1973.
- García Tapia, N. Coord. **Historia de la técnica**. Edita Libros de Investigación y Ciencia. Barcelona, 1994.
- Geymonat, Ludovico. **Filosofía y filosofía de la ciencia**. Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1970.
- Grant, Edward. **La ciencia física en la Edad Media**. Edita, Fondo de Cultura Económica. México, 1983.
- Gutiérrez Benito, Eduardo. **Historia del mundo contemporáneo. La Revolución Industrial (1750-1850)**. Ediciones Akal, S.A. Madrid, 1984.
- Juarranz de la Fuente, J. M. **Historia del mundo contemporáneo. Las transformaciones científicas, técnicas y económicas (1850-1914)**. Ediciones Akal, S.A. Madrid, 1984.
- Lilley, Samuel. **Hombres, máquinas e historia**. Artiach Editorial. Madrid, 1973.
- Krauss, Rosalind E. **El inconsciente óptico**. Edit. Tecnos, S.A. Madrid, 1997.
- Mumford, Lewis. **Técnica y civilización**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1987.
- Pérez García, Ángel. **La edad dorada**. Edita el Centro de la Cultura Popular Canaria. Tenerife, 1994.
- Pérez García, Ángel. **Los tiempos viejos**. Edita el Centro de la Cultura Popular Canaria. Tenerife, 1992.
- Porres Martín-Cleto, Julio. **Temas toledanos. El Artificio de Juanelo**. Edita la Diputación Provincial. Toledo, 1987.
- Reichen, Charles-Albert. **Historia de la física**. Edit. Continente, S.A. Madrid, 1965.
- Simón H.A. **Las ciencias y lo artificial**. Edit. A.T.E. Barcelona, 1973.
- Ross, David. **Teoría de las ideas de Platón**. Ediciones Cátedra, S.A. Madrid, 1993.
- Rossi, Paolo. **Los filósofos y las máquinas 1400-1700**, Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1970.

- Russel, Bertrand. **Historia de la filosofía occidental**. Vol. 1: La filosofía antigua; la filosofía católica. Edit. Espasa Calpe. Madrid, 1995.
- Symon, Keith R. **Mecánica**. Edit. Aguilar. Madrid, 1977.
- Sellés, Manuel y Solís, Carlos. **Revolución científica**. Edit. Síntesis, S.A. Madrid, 1991.
- Soulard, Robert. **Historia de la máquina**. Edit. Continente, S.A. Madrid, 1965.
- Strandh, Sigvard. **Máquinas. Una historia ilustrada**. Edit. Hermann Blume. Madrid, 1982.
- Tatón, René. **La ciencia antigua y medieval**. Ediciones Destino. Barcelona, 1971.
- Varios autores. **Crónica de la técnica**. Edit. Plaza & Janés. Barcelona, 1993.
- Von Weizsäcker, C.F. **La importancia de la ciencia**. Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1972.
- Westfall, Richard S. **La construcción de la ciencia moderna. Mecanismos y mecánica**. Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1980.

## **BIBLIOGRAFÍA ARTÍSTICA**

- Ades, Dawn. **El Dadá y el Surrealismo**. Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1983.
- Álvarez Villar, A. **Filosofía del arte**. Edit. Morata. Madrid, 1968.
- Argan, Giulio Carlo. **Arte moderno**. Fernando Torres Editor S.A. Valencia, 1975.
- Arnheim, Rudolf. **Arte y percepción visual**. Edit. Universitaria. Buenos Aires, 1977.
- Aumont, Jacques. **La imagen**. Edit. Paidós Ibérica, S.A. Barcelona, 1992.
- Barasch, Moshe. **Teorías del arte. De Platón a Winckelmann**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1991.

- Beckett, Wendy. **Historia de la pintura: guía esencial para conocer la historia del arte occidental.** Edit. Blume. Barcelona, 1995.
- Behal, Henri y Carassou, Michel. **Dadá: historia de una subversión.** Ediciones Península, M.R. Barcelona, 1996.
- Borrás, María Luisa. **Picabia.** Edit. Poligrafía. Barcelona 1985.
- Bozal, Valeriano. **La escultura.** Edit. Carroggio. Barcelona, 1983.
- Bozal, Valeriano. **Los orígenes del Arte del s. XX.** Historia 16. Madrid, 1989.
- Cassidy, H. G. **Las ciencias y las artes.** Edit. Taurus. Madrid, 1964.
- Ceysson, Bernard. **La pintura moderna del vanguardismo al surrealismo.** Edit. Corraggio. Barcelona, 1983.
- Cirlot, Lourdes. **Las claves del Dadaísmo.** Edit. Planeta, S.A. Barcelona, 1990.
- Da Vinci, Leonardo. **Cuaderno de notas.** M. D. Editores S.L. Madrid, 1995.
- Da Vinci, Leonardo. **Dibujos.** Editorial Debate, S.A. Madrid, 1987.
- De Bertola, Elena. **El arte cinético.** Ediciones Nueva Visión, S.A.I.C. Buenos Aires (Argentina), 1973.
- De la Calle, Román. **En torno al hecho artístico.** Fernando Torres Editor S.A. Valencia, 1981.
- Droste, Magdalena. **Bauhaus.** Edit. Taschen. Colonia, 1991.
- Francastel, Perre. **Arte y técnica en los siglos XIX y XX.** Edit. Debate, S.A. Madrid, 1990.
- González, A. M. **Las claves del arte. Últimas tendencias.** Edit. Ariel S.A. Barcelona, 1991.
- Heard Hamilton, George. **Pintura y escultura en Europa: 1880-1940.** Ediciones Cátedra, S.A. Madrid, 1982.

- Hofman, Werner. **Los fundamentos del arte moderno: Una introducción a sus formas simbólicas**. Ediciones Península, M.R. Barcelona, 1992.
- Huisman, Denis y Patrix, Georges. **La estética industrial**. Oikos-tau, S.A. Ediciones. Barcelona, 1971.
- Huygue, René y Rudel, Jean. **El arte y el mundo moderno**. Edit. Planeta, S.A. Barcelona, 1974-76.
- Ivins jr. W.M. **Imagen impresa y conocimiento**. Edit. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1975.
- Le Bot, Marc. **Pintura y maquinismo**. Ediciones Cátedra, S.A. Madrid, 1979.
- Lodder, Cristina. **El Constructivismo Ruso**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1987.
- Löbach, Bernd. **Diseño industrial**. Edit. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1981.
- Lohitford, Frank. **Bauhaus**. Ediciones Destino. Barcelona, 1991.
- Lupton, Ellen y Millers, Abott. **El ABC de la Bauhaus y la teoría del diseño**. Edit. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1994.
- Lynton, Norbert. **Historia del arte moderno**. Ediciones Destino. Barcelona, 1988.
- Marchan, Simón. **Del arte objetual al arte del concepto**. Edit. Comunicación. Madrid, 1972.
- Marchan, Simón. **Fin de siglo y los primeros “ismos” del s. XX (1890-1917)**. Edit. Espasa Calpe. Madrid, 1994.
- Meyer, Schapiro. **El arte moderno**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1986.
- Mink, Janis. **Duchamp**. Edit. Taschen. Colonia, 1996.
- Moholy-Nagy, László. **La nueva visión: principios básicos del Bauhaus**. Edit. Infinito. Buenos Aires, 1985.
- Mondrian, Piet. **Arte plástico y arte plástico puro**. Edita Victor Lero. Buenos Aires (Argentina), 1961.
- Mondrian, Piet. **Realidad natural y realidad abstracta**. Edit. Barral, 1973.



- Morris, Willian. **Arte y sociedad industrial**. Edita Fernando Torres. Valencia, 1997.
- Moure, Gloria. **Marcel Duchamp**. Edit. Poligrafía. Barcelona, 1988.
- Munari, Bruno. **El arte como oficio**. Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1987.
- Nash, J. M. **El Cubismo, el Futurismo y el Constructivismo**. Edit. Labor, S.A. Barcelona, 1983.
- Perelló, Antonia María. **Las claves de la Bauhaus**. Edit. Planeta, S.A. Barcelona, 1990.
- Pierre, José. **El futurismo y el dadaísmo**. Edit. Aguilar. Madrid, 1968.
- Schmalenbach, Wener. **Fernand Léger**. Edita Julio Ollero. Madrid, 1991.
- Terrón, Eloy. **Posibilidad de la estética como ciencia**. Edit. Ayuso, S.A. Madrid, 1970.
- Verdet, André. **Fernand Léger; grandes maestros del s. XX**. Edit. Nauta. Barcelona, 1970.
- Wingler, Hans M. **Las escuelas de arte de vanguardia 1900/1933**. Taurus Ediciones, S.A. Madrid, 1983.
- Wittkaner, Rudolf. **La escultura, procesos y principios**. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1994.