

Organización de la Producción: una perspectiva histórica.

Excmo. Sr. D. Joaquín Bautista Valhondo

Excmo. Sr. D. Francisco Javier Llovera Sáez

Organización de la Producción: una perspectiva histórica

Discurso de ingreso en la Reial Acadèmia de Doctors, como
Académicos Numerarios, en el acto de su recepción
el 17 de junio de 2014

Excmo. Sr. Dr. Joaquín Bautista Valhondo
Doctor en Ingeniería Industrial

Excmo. Sr. Dr. Francisco Javier Llovera Sáez
Doctor en Derecho

Y contestación del Académico de Número

Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús
Doctor en Derecho

COL·LECCIÓ REIAL ACADÈMIA DE DOCTORS – FUNDACIÓ UNIVERSITARIA ESERP



Reial Acadèmia de Doctors
www.reialacademiadocitors.cat



www.eserp.com

© Joaquín Bautista Valhondo
© Francisco Javier Llovera Saez
© Reial Acadèmia de Doctors.
© Fundación Universitaria Eserp.

La Reial Acadèmia de Doctors, respetando como criterio de autor las opiniones expuestas en sus publicaciones, no se hace ni responsable ni solidaria.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

Producción Gráfica: Ediciones Gráficas Rey, S.L.

Impreso en papel offset blanco Superior por la Reial Acadèmia de Doctors.

ISBN: 978-84-617-0359-3

Depósito Legal: B 13610-2014

Impreso en España –Printed in Spain- Barcelona

Fecha de publicación: Junio 2014

En el año del Centenario de la Reial Acadèmia de Doctors, la Fundación Universitaria ESERP ha querido contribuir a la creación de una nueva colección de publicaciones que lleva el nombre de las dos entidades así consorciadas. Su aportación permite que la Academia cuente con esta nueva herramienta al servicio de la difusión del conocimiento.

ÍNDICE

DISCURSO DE INGRESO	11
Salutación	11
1 INTRODUCCIÓN.....	13
2 ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. CONCEPTO Y MÉTODO	15
2.1 Preliminares	15
2.2 Una aproximación semántica.....	18
2.3 Algunas definiciones académicas.....	21
2.4 Producción Industrial.....	31
2.5 Una cronología sobre la regulación de las condiciones laborales en España	37
2.6 Un método generador de conocimientos	56
3 EN LOS ALBORES DE LA CIVILIZACIÓN.....	67
3.1 Preliminares	67
3.2 La cultura de Harappa.....	67
3.3 Entre el Tigris y el Éufrates.....	71
4 A ORILLAS DEL NILO	79
4.1 Preliminares	79
4.2 Agricultores y ganaderos.....	80
4.3 Mineros y constructores	83
4.4 Al servicio de la vida y de la muerte.....	91
5 EN TIERRA DE TITANES.....	97
5.1 Preliminares	97
5.2 De minoicos, micénicos y otros griegos antiguos	98
5.3 La Edad Oscura y la Majada de Eumeo	102

5.4 La Edad Arcaica y los primeros Juegos.....	105
5.5 En la Atenas de PERICLES	110
5.6 De la Academia al Liceo	119
6 LEX ROMANA.....	129
6.1 Preliminares	129
6.2 Consideraciones en el ámbito del Derecho Civil Romano	132
6.3 Consideraciones en el ámbito del Derecho Penal Romano.....	142
6.4 Consideraciones en el ámbito del Derecho Laboral Romano	144
7 LA EDAD MODERNA.....	151
7.1 Preliminares	151
7.2 De las Cuentas y Escrituras y el Arsenal de Venecia	152
7.3 Tempo DA VINCI	157
7.4 En la Revolución Tecnológica Agrícola-Financiera	165
8 DOS REVOLUCIONES INDUSTRIALES	173
8.1 Preliminares	173
8.2 En la Primera Revolución Industrial	173
8.3 En la segunda Revolución Industrial	185
9 REVOLUCIONES CIENTÍFICO-TÉCNICA Y DE LA INFORMACIÓN	203
9.1 Preliminares	203
9.2 Sobre la Organización del Trabajo	203
9.3 Las Ciencias de la Computación en la Organización de la Producción	211
9.4 Sobre problemas y métodos en la Industria.....	232
10 LA ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA UNIVERSIDAD	245
10.1 Preliminares	245
10.2 Al hilo de la tradición docente.....	246
10.3 La enseñanza de la materia Organización de la Producción.....	254
11 COMETARIOS FINALES	267

CURRICULUM VITAE

Joaquín Bautista Valhondo	267
Francisco Javier Llovera Sáez	273

DISCURSO DE CONTESTACIÓN 278

Publicacions de la Reial Acadèmia de Doctors	291
--	-----

SALUTACIÓN

Excelentísimo Señor Presidente de la Real Academia de Doctores.

Excelentísimas Señoras Académicas y Excelentísimos Señores Académicos.

Autoridades.

Señoras y Señores.

Sean nuestras primeras palabras de agradecimiento y respeto a los Académicos y Académicas de esta Real Academia que han tenido a bien acogernos entre ellos y en particular nuestro agradecimiento a su Presidente el Excelentísimo Señor Doctor Don Alfredo Rocafort Nicolau.

Un especial agradecimiento a nuestras esposas, Graciela y Sara, y a nuestras familias, no sólo por estar hoy aquí presentes sino por haberlo estado siempre en los momentos importantes de nuestras vidas.

Joaquín y Javier.

En Barcelona a 17 de junio de 2014.



❖ 1 INTRODUCCIÓN

Las siguientes páginas recogen una visión personal de la historia de lo que se ha venido llamando Organización de la Producción.

Tras las previas reflexiones sobre el concepto y método de la materia que nos ocupa, analizaremos a través de la historia conocida, una serie encadenada de hechos que, a nuestro modo de ver, han condicionado el curso de la misma memoria.

Recorriendo un camino que parte de la Cultura de Harappa y termina con el despliegue de la Onda de Innovación Tecnológica llamada Revolución de la Información y Telecomunicaciones, pondremos énfasis en algunos momentos relevantes de la historia de la Producción.



❖ 2 ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. CONCEPTO Y MÉTODO

2.1 Preliminares

Siendo uno de los objetivos de este escrito reflexionar sobre el concepto y el método relativos a la *Organización de la Producción*, dedicaremos parte de este texto a ofrecer una visión, no negaremos que parcial, sobre cómo ha sido entendida esta disciplina, a lo largo de los años, por personas que han impartido docencia, han investigado y han tenido implicación institucional en el seno de algunas Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería Industrial y de Edificación, así como en otras instituciones relacionadas con ellas.

Con el propósito de acercarnos a la *Organización de la Producción*, dedicaremos este capítulo a revisar este concepto por varias vías y a establecer una metodología que permita la generación de conocimientos en el marco de esta disciplina.

Primero, recurriremos al análisis del significado literal de la expresión “*Organización de la Producción*”, para dar una posible definición, por supuesto, siendo conscientes de que el significado de una expresión compuesta por más de un vocablo, no sólo depende del contexto en que actúa o se emplea, sino que también puede trascender al significado obtenido por la simple agregación de acepciones de los vocablos constituyentes. No obstante, pensamos que el ejercicio de aproximarnos al todo a través de sus partes puede ser de utilidad para alumbrar algunos conceptos y resolver, también, algún que otro conflicto semántico que pueda surgir; en tal caso, como siempre, recurriremos a su aclaración atendiendo al contexto y a la tradición académica y profesional.

“Una partícula elemental no es una entidad independiente. Es, en definitiva, un juego de interrelaciones que se extiende a otras cosas que están fuera de ella”.

[HENRY STAPP (nacido en 1928)]

Segundo, rescataremos una serie de definiciones de la bibliografía especializada sobre el concepto que nos ocupa, sin pretender que el rescate corresponda a una recopilación exhaustiva, y sin querer dar una visión sesgada sobre la *Organización de la Producción* a través de definiciones vinculadas al colectivo al que pertenecemos. Por ello, sin perder nuestro foco de atención, que es la *Producción*, recogeremos definiciones de diversa procedencia: profesionales y académicos de la Ingeniería y la Economía.

“Si hay un secreto del buen éxito reside en la capacidad para apreciar el punto de vista del prójimo y ver las cosas desde ese punto de vista así como del propio.”

[HENRY FORD (1863 a 1947)]

Tercero, revisaremos el significado del vocablo “*industrial*” con el propósito de ofrecer una comprensión actualizada del mismo, apartándonos de aquel tópico que, durante mucho tiempo, ha conducido a pensar que “*lo industrial*” es sinónimo de *manufactura* y que no presenta relación alguna con los *servicios*. Una vez desterrada la idea de que la *industria* sólo se dedica a la transformación de productos materiales para convertirlos en bienes, ofreceremos una definición acorde a nuestros tiempos que permita extender el sentido de la expresión “*Organización de la Producción Industrial*” tanto para bienes, no necesariamente manufacturados, como para servicios.

“Industria es la aparente simpleza”

[LUCIO ANNEO SÉNECA (-4 a -65)]

Cuarto, entendiendo que el trabajo del ser humano es un factor fundamental en la *Producción* y en su *Organización*, presentaremos una lista de normas que a lo largo del tiempo han servido para regular el trabajo en España. Veremos la evolución histórico-jurídica del trabajo: la Ley desde la Antigüedad clásica hasta el año 2013, incluyendo las últimas disposiciones orientadas a corregir los efectos negativos de la actual crisis económica que se inicia en el 2008.

“-Y así, cada gobierno establece las leyes según su conveniencia: la democracia, leyes democráticas; la tiranía, tiránicas, y del mismo modo los demás. Al establecerlas, muestran los que mandan que es justo para los gobernados lo que a ellos conviene, y al que se sale de esto lo castigan como violador de las leyes y de la justicia.”

[PLATÓN (-427 a -347). *Politeía*]

Quinto, ofreceremos una propuesta metodológica para abordar los problemas de diseño y de gestión que surgen ante la evolución de los factores de producción en los sistemas productivos y en sus elementos constituyentes, adoptando la actitud propia del método cartesiano descrito con cuatro “preceptos” básicos.

“[...] creí que me bastarían los cuatro siguientes, supuesto que tomase una firme y constante resolución de no dejar de observarlos una vez siquiera.

Fue el primero no admitir como verdadera cosa alguna, como no supiese con evidencia que lo es; es decir, evitar cuidadosamente la precipitación y la prevención, y no comprender en mis juicios nada más que lo que se presentase tan clara y distintamente a mi espíritu, que no hubiese ninguna ocasión de ponerlo en duda.

El segundo, dividir cada una de las dificultades que examinare en cuantas partes fuere posible y en cuantas requiriese su mejor solución.

El tercero, conducir ordenadamente mis pensamientos, empezando por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para ir

ascendiendo poco a poco, gradualmente, hasta el conocimiento de los más compuestos, e incluso suponiendo un orden entre los que no se preceden naturalmente.

Y el último, hacer en todos unos recuentos tan integrales y unas revisiones tan generales, que llegase a estar seguro de no omitir nada.”

[RENÉ DESCARTES (1596 a 1650). *Discurso del Método*]

2.2 Una aproximación semántica

Una primera acepción del vocablo *Organizar* es “*Establecer o reformar algo para lograr un fin, coordinando las personas y los medios adecuados*”¹; es también: “*disponer y preparar un conjunto de personas, con los medios adecuados, para lograr un fin determinado*” o “*poner algo en orden*” o “*preparar alguna cosa disponiendo todo lo necesario*”. Por tanto, si entendemos por *Organización* como la “*acción y efecto de organizar u organizarse*” y que la acción se ejerce sobre un conjunto de elementos para lograr un fin determinado, entonces, *Organización* es también la acción y el efecto de definir la estructura de un sistema, esto es, definir de qué elementos consta un ente concreto destinado a un fin y cuáles son las relaciones entre sus elementos; en nuestro caso, el fin perseguido es *producir* (concepto sobre el que más tarde incidiremos), el ente recibe el nombre de *sistema productivo*, y entre los elementos de dicho sistema hay que incluir a *personas, medios y normas*.

Por su parte, el vocablo *Producción* puede significar “*acción de producir*” o “*la cosa producida*” o también “*el acto o el modo de producirse*”². En este texto utilizaremos la primera significación, que define *Producción* como “*la acción de fabricar o elaborar*

1. Diccionario de la Legua Española (<http://www.rae.es>)

2. Diccionario de la Legua Española (<http://www.rae.es>)

cosas útiles” o “*la acción de crear cosas o servicios con valor económico*”, mientras que asignaremos las otras dos acepciones a “*producto*” y a “*proceso*”, respectivamente.

Cuando consultamos la bibliografía especializada, las definiciones de *Producción* son numerosas, casi tantas como textos sobre el tema, no obstante, suelen ser coincidentes y se distinguen únicamente por el mayor o menor énfasis en unos u otros aspectos, según los objetivos de los autores.

*“La Producción es una función fundamental de toda organización. Comprende aquellas actividades responsables de la creación de los bienes y servicios que son las salidas o resultantes de toda organización. Puesto que toda organización tiene una salida que es un bien y/o un servicio, toda organización realiza una variedad de actividades productivas [...]. La producción concierne a la creación de bienes y servicios; implica el diseño, planificación, funcionamiento y control de los sistemas que producen bienes y servicios. Estos sistemas son cualquier proceso o procedimiento que transforma un conjunto de entradas (los recursos adquiridos por la organización o suministrados por la misma) en salidas (los productos que la organización vende o distribuye). Las entradas son alguna combinación de seres humanos, materiales, dinero, máquinas y métodos (tecnología). La transformación puede ser física, como en la manufactura, local, como en el transporte, temporal, como en depósito (almacenado), o transaccional como en la comercialización al detalle. Las salidas pueden ser tangibles o intangibles, un bien o un servicio, o simplemente satisfacción.”*³

(TERSINE)

Sólo con esta definición de *Producción* ya queda claro que la *Organización de la Producción* es una disciplina con un objeto propio. Nuestra forma de entenderla es la siguiente:

3. TERSINE, R. J. (1985) *Production/Operations Management: Concepts, Structure and Analysis*. North-Holland.

La Organización de la Producción es la disciplina que se preocupa por la definición de las estructuras de los sistemas productivos, que incluyen personas, conocimiento, medios y normas, y define además el conjunto de operaciones conceptuales y materiales que se ejecutan para obtener, transformar o transportar productos. Por tanto, la Organización de la Producción se preocupa: por estudiar y poner en práctica el diseño de productos y procesos, por fijar la dirección al sistema productivo y planificar las operaciones para cumplir sus objetivos, y, también, por explotar y controlar los sistemas productivos.

Nuestra *Organización de la Producción* se identifica con lo que los anglosajones llaman *Production-Operations Management* o, simplemente, con *Operations Management*. Aunque, siendo sinceros y a la vez humildes, nos parece más cercano a la realidad la dirección (gestión) de la producción que la dirección (gestión) de operaciones, es más, pensamos que dirigimos a las personas mas que a las operaciones.

Afortunadamente (y no sólo para los allegados), cada vez hay más conciencia sobre la importancia de la *Producción*, y cada vez más se impone una idea sobre la misma más amplia que la tradicional que identificaba producción con manufactura.

La definición de TERSINE no establece jerarquía alguna entre la producción de bienes y la de servicios y este rasgo es común a todas las definiciones de producción modernas. A pesar de ello queda, en este último caso (los servicios), mucho camino por recorrer, puesto que todavía no resulta raro oír decir a responsables de gestión en empresas del sector terciario que la gestión de la producción no les interesa puesto que ellos se dedican a los servicios (no es éste el momento de comentar las consecuencias que se desprenden de una actitud como ésta, pero, en líneas generales, son bastante evidentes).

2.3 Algunas definiciones académicas

Para nosotros, la *Producción* es un proceso de transformación de unos recursos de entrada en unas salidas, denominadas productos, con objeto de aumentar la utilidad entre el inicio y el final del proceso. Las definiciones contenidas en los textos dicen esto esencialmente, con una descripción o enumeración más o menos extensa o detallada de las entradas, de las salidas y de la naturaleza del propio proceso productivo, pero sin contradicciones entre unas definiciones y otras.

Como indicábamos más arriba, nuestra *Organización de la Producción* se identifica con la disciplina anglosajona denominada *Production-Operations Management*, también llamada *Operations Management*. Estos términos han sido traducidos en algunos países de habla hispana por *Gerencia* o *Administración de Producción y Operaciones*, para el caso de *Production-Operations Management*, y por *Gerencia* o *Administración de Operaciones*, para el caso de *Operations Management*.

Sea cual sea la traducción, aunque a nosotros nos sigue gustando *Organización de la Producción* (no por motivos nostálgicos sino porque centra claramente la acción y su objeto), es fácil comprobar que los libros de texto relativos a *Production-Operations Management* y a *Operations Management* son coincidentes en su contenido, con diferencias en el orden en que tratan los temas, en el énfasis mayor o menor sobre cada uno de ellos (que depende del punto de vista y/o la especialidad de los autores) y a veces en cuanto a la presencia o ausencia de algunas cuestiones, lo que puede explicarse casi siempre por los distintos momentos en que los textos han sido concebidos.

Para centrarnos sobre los problemas objeto de preocupación de la *Organización de la Producción* (*Operations management*):

OM), recogemos a continuación, sin olvidar a TERSINE⁴ (pues su interpretación es una de las más satisfactorias a nuestro gusto), otras definiciones dadas a esta disciplina. Leamos la siguiente, propuesta por ELWOOD S. BUFFA⁵, y comparémosla con la de TERSINE:

“Definimos como sistema productivo los medios mediante los que transformamos recursos de entrada para crear, como salidas, bienes y servicios útiles. El proceso productivo es un proceso de transformación o conversión. Los recursos de entrada pueden tomar una amplia variedad de formas. En operaciones de manufactura las entradas son diversas materias primas, energía, trabajo, máquinas, instalaciones, información y tecnología. En los sistemas enfocados a los servicios, las entradas posiblemente están dominadas por el trabajo, pero, en función del sistema particular considerado, las entradas comunes a las de los sistemas de manufactura también pueden ser importantes, como en los sistemas sanitarios, por ejemplo. En los servicios de alimentación, las materias primas son una entrada importante. La gestión de los sistemas productivos implica el control del proceso de transformación y de todas las variables que pueden afectar a su rendimiento.” (BUFFA Y SARIN)

Otras definiciones, como la siguiente, muestran una mayor preocupación por darle un nombre adecuado a la disciplina (continente) que por centrar el objeto de preocupación o esencia de la propia disciplina (contenidos relativos a Producción).

“La Administración o gerencia de operaciones (Operations management, OM) se puede definir como el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes o servicios primarios de la compañía. A semejanza del mercadeo y las finanzas, la OM es un campo empresarial funcional con responsa-

-
4. TERSINE, R. J. (1985) *Production/Operations Management: Concepts, Structure and Analysis*. North-Holland.
 5. BUFFA, E.S.; SARIN, R.K. (1987) *Modern Production/Operations Management*. 8th edition. John Wiley & Sons, New York.

bilidades claras de gerencia de línea. Este aspecto es importante porque la administración de operaciones muchas veces se confunde con la investigación de operaciones y la ciencia gerencial, u ‘operations research and management science’ (OR/MS), o con la ingeniería industrial o ‘industrial engineering’ (IE). La diferencia fundamental es que la OM es un campo gerencial, mientras que la OR/MS es la aplicación de métodos cuantitativos a la toma de decisiones en todos los campos, en tanto que la IE es una disciplina de ingeniería. Así pues, mientras los gerentes de operaciones utilizan las herramientas de toma de decisiones de la OR/MS (como la programación de la ruta crítica) y se interesan por muchos de los temas que conciernen a la IE (como la automatización de la fábrica), el papel gerencial distintivo de la OM lo diferencia de estas otras disciplinas.”⁶

(CHASE, AQUILANO Y JACOBS).

Este hecho, que puede interpretarse como una pugna latente entre marcas en un Ámbito de Conocimiento, nos recuerda que, a veces, el propósito de dar un aspecto innovador y de modernidad a un producto se reduce a mantener la esencia de éste y renovar su envoltura en consonancia con las tendencias del momento.

Otras definiciones más breves, pero no por ello menos claras e igualmente válidas son las siguientes:

“Un sistema de producción utiliza recursos operacionales para transformar insumos en algún tipo de resultado deseado. Un insumo puede ser una materia prima, un cliente o un producto terminado proveniente de otro sistema.

[...] los recursos operacionales consisten en lo que se denomina las 5 P de la administración o gerencia de operaciones: perso-

6. CHASE, R.; AQUILANO, R. ; JACOBS, N. (2000) *Administración de producción y operaciones. Manufactura y Servicios.* 8^a. ed; McGraw-Hill. Traducido de la 8^a. ed en inglés *Production and Operations Management. Manufacturing and Services*, 1998. La 12^a ed. (2009) adopta el título: *Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros*.

nas, plantas, partes, procesos y sistemas de planeación y control.”⁷ (CHASE, AQUILANO Y JACOBS).

“El concepto de producción ha evolucionado desde una interpretación industrial, de fabricación, a incluir cualquier proceso de transformación de unos inputs o entradas en el sistema considerado en outputs o salidas dedicadas a satisfacer una demanda en el mercado.”⁸ (LARRAÑETA, ONIEVA Y LOZANO).

“Producción es la transformación de unos bienes o servicios, en otros bienes o servicios. Los últimos son los productos que la organización vende o distribuye y los primeros los factores de producción, recursos adquiridos por la organización o suministrados a la misma. Esta creación está motivada por el hecho de que los productos tienen más utilidad que los factores.”⁹ (COMPANYS).

A las que se puede añadir algunas otras recogidas por este último autor¹⁰ como las que siguen:

La producción es un proceso de transformación (gobernado por personas o en cuya realización tienen interés las personas) en que ciertas cosas (mercancías y servicios) se integran en un proceso durante el cual pierden su identidad y caduca su anterior forma de ser, mientras que otras cosas (también mercancías o bienes) nacen del proceso. Las primeras se llaman factores de producción; las segundas, productos.”¹¹ (FRISCH).

“Producción es cualquier proceso ideado para transformar un conjunto de elementos de entrada en un conjunto específico de elementos de salida.”¹² (STARR).

-
7. CHASE, R.; AQUILANO, R. ; JACOBS, N. (2000) *Administración de producción y operaciones. Manufactura y Servicios.* 8^a. Ed. McGraw-Hill.
 8. LARRAÑETA, J.; ONIEVA, L.; LOZANO, S. (1995) *Métodos modernos de gestión de la producción.* Alianza Editorial, Madrid.
 9. COMPANYS, R. (1989) *Planificación y Programación de la Producción.* Marcombo.
 10. COMPANYS, R.; COROMINAS. A. (1993) *Organización de la Producción I. Diseño de sistemas productivos 1.* Ediciones UPC y ETSEIB, Barcelona.
 11. FRISH, R. (1964) *Las Leyes Técnicas y Económicas de la producción.* Sagitario, Barcelona.
 12. STARR, M.K. (1964) *Production management: Systems and Synthesis.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs4.

“La palabra producción debe interpretarse en un sentido general de aumento de utilidad de un objeto o servicio. Aunque automáticamente ligamos la fabricación de un objeto, como un automóvil o un televisor, con producción, casi todas las actividades (excepto tal vez los actos de destrucción, como la guerra o el genocidio) pueden llamarse producción. Por ejemplo, el transporte, que puede llevarse a cabo en dos dominios, espacio y tiempo, es producción. Por tanto, podemos agrupar bajo el encabezamiento de producción actividades tan diversas como difusión de noticias, representación de una obra teatral, escritura de un libro y transmisión de electricidad.”¹³ (ELMAGHRABY).

“El proceso de producción puede describirse como un sistema para transformar una combinación de entradas en una o más formas de salida. Este sistema transformador puede ser muy sencillo o muy complejo. Una característica esencial del proceso es la transformación de las entradas alterando su aspecto físico y creando así una salida de utilidad mayor.”¹⁴ (FABRICKY Y TORGENSEN).

“El proceso productivo es el conjunto de todas las actividades que se precisan para transformar un conjunto de entradas (recursos humanos, materiales brutos, energía, etc.) en salidas más valiosas, tales como productos acabados y/o servicios. La emisión de un pasaporte, el tratamiento de un paciente en un hospital, la fabricación de un dispositivo o la reparación de un automóvil son ejemplos representativos de procesos productivos.”¹⁵ (DERVITSIOTIS).

La evolución del concepto de producción, desde la interpretación industrial de fabricación hasta incluir a todo proceso de transformación de unas entradas en unas salidas, se aprecia también en los textos de Economía, desde los clásicos hasta ahora.

Además de las definiciones anteriores sobre el término *Producción*, correspondientes a la Ingeniería principalmente, podemos

13. ELMAGHRABY, S.E (1966) *The Design of Production Systems*. Reinhold Pub. Corp., 1966.

14. FABRYCKY, W. J; TORGERSEN, P. E. (1966) *Operations Economy*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

15. DERVITSIOTIS (1981) *Operations Management*. McGraw Hill, N.Y.

encontrar otras, breves pero aclaratorias, bajo el punto de vista de la Economía. Por ejemplo:

“Proceso general por el cual, a partir de la combinación de trabajo, del capital y de otros recursos productivos, las empresas elaboran el conjunto de bienes y servicios que han de satisfacer las necesidades individuales y sociales de los humanos, incluyendo la fabricación, el transporte y almacenamiento hasta su uso”¹⁶

Y otras, más extensas, que inciden sobre la aclaración de los factores (entradas en el proceso de producción) y los resultados (salidas del proceso) a través de ejemplos, como lo hace PARKIN¹⁷, que incluyen bienes y servicios:

“Producción es la transformación de tierra, trabajo y capital en bienes y servicios.”

“Tierra son todos los dones de la naturaleza. Incluye el aire, el agua y la superficie terrestre, así como los minerales que yacen en el subsuelo. Trabajo es toda la fuerza muscular y cerebral de los seres humanos. Las voces y el arte de los cantantes y actores, la fuerza y coordinación de los atletas, el arrojo de los astronautas, la habilidad política de los diplomáticos, también se incluyen en esta categoría las habilidades mentales y físicas de los millones de personas que hacen automóviles y refrescos de cola, goma y pegamento, papel tapiz y regaderas.”

“Capital son todos los bienes que han sido producidos y que luego pueden usarse en la producción de otros bienes y servicios. Algunos ejemplos son: el sistema de carreteras interestatales, los magníficos edificios de las grandes ciudades, los proyectos de presas y energía, los aeropuertos y aviones jumbo, las líneas de producción de automóviles, las fábricas de camisas y las tiendas de galletas. Una clase especial de capital se llama capital humano. El capital humano

16. COLL, J.; PUIGGERMANAL, R.; SOLÉ, F. (coor. científica) (2001) *Diccionari d'Economia y Gestió*. Universitat Politècnica de Catalunya / Encyclopædia Catalana.

17. PARKIN, M. (1995) *Microeconomía*. Addison-Wesley Iberoamericana. 7^a edición (2006, Pearson Educación)

es el conjunto de habilidades y conocimientos acumulados de los seres humanos, que provienen de su entrenamiento y educación.”

“Bienes y servicios son todos las cosas de valor que produce la gente. Los bienes son tangibles: automóviles, cucharas, videocaseteras y pan. Los servicios son intangibles: cortes de pelo, subirse a los juegos en los parques de diversiones y llamadas telefónicas. Hay dos tipos de bienes: bienes de capital y bienes de consumo. Bienes de capital son los bienes que se usan en el proceso de producción y que pueden utilizarse muchas veces antes de que se desgasten. Bienes de consumo son los bienes que pueden usarse sólo una vez. Como ejemplos tenemos los pepinillos en escabeche y la pasta de dientes. Consumo es el proceso en el que se agotan los bienes y servicios.” (PARKIN).

No obstante, el término Producción (o concepto de ocupación productiva) no siempre ha incluido a todos los servicios. Recorremos que Adam SMITH (1723 a 1790) clasifica entre las ocupaciones improductivas, además del ejercito y el “soberano”, otras que en la actualidad son fundamentales para el bienestar social. Leamos:

“...algunas de las más serias e importantes profesiones junto con otras totalmente frívolas; sacerdotes, abogados, médicos, actores, bufones, músicos, cantantes y bailarines de ópera.”¹⁸

Esta consideración por parte de Adam SMITH de algunas ocupaciones productivas (que son en la actualidad claramente servicios) como actividades improductivas, no le quita al célebre economista escocés el mérito de haber percibido una de las características esenciales de los servicios: su producción y su consumo son inseparables y tienen lugar en el mismo momento.

Como indicábamos, las definiciones sobre Producción dadas en los textos de Economía son similares a las de Organización de la Producción. Aquí, recogemos algunas:

18. SMITH, A. (1776) *La riqueza de las naciones*. Libro II, cap. II.

“Los actos de producción consisten en combinar los factores naturales y el capital técnico con el trabajo, a fin de obtener unos bienes y unos servicios destinados a ser consumidos. La producción comprende operaciones de transformación y operaciones de transporte de las fuentes de riqueza económicas.”¹⁹ (RAYMOND BARRE)

Entendemos que, para BARRE, el hecho de “obtener unos bienes y unos servicios destinados a ser consumidos” responde a una adecuación de los factores para satisfacer las necesidades del ser humano. Es decir, la producción consiste en la transformación de los bienes para hacerlos más adecuados a la satisfacción de las necesidades.

El profesor FERNÁNDEZ PIRLA, refiriéndose a las instituciones donde tienen lugar los procesos productivos, las empresas, se manifiesta en un sentido parecido:

“La empresa es ante todo la unidad económica de producción. La función general que incumbe a la Empresa dentro del marco de la Economía es la de crear o aumentar la utilidad de los bienes, es decir, dar a éstos la aptitud para servir a los fines del hombre, en otros términos producir.”²⁰

En este mismo sentido, convertir el objeto principal del proceso productivo en añadir valor o aumentar la utilidad de los bienes, NAPOLEONI escribe:

“Por otro lado, el proceso productivo es proceso de valorización, o sea, es un proceso cuya finalidad no es la producción de objetos que satisfagan necesidades, sino que es la producción de valores, y más específicamente es la producción de la plusvalía.”²¹ (NAPOLEONI)

19. BARRE, R. (1963) *Economía Política*. Ariel.

20. FERNANDEZ PIRLA, J.A. (1972) *Economía y gestión de la empresa*. Eds. ICE. Biblioteca de Ciencias Empresariales, Madrid.

21. NAPOLEONI, C. (1976) *Lecciones sobre el capítulo sexto (inédito) de Marx*. Ediciones ERA, Mexico.

Para NAPOLEONI, la Producción consiste en emplear bienes económicos con el propósito de transformarlos en otros bienes económicos con mayor valor; la transformación de los bienes puede ser: (1) técnica, (2) en el modo, (3) en el espacio, y (4) en el tiempo. Esta concepción del fenómeno nos permite ver la notable similitud entre la tipología de transformación (técnica, modal, espacial y temporal) que resalta NAPOLEONI y los tipos de transformación de entradas en salidas a las que hace referencia TERSINE:

*“La transformación puede ser física, como en la manufactura, local, como en el transporte, temporal, como en depósito (almacenado), o transaccional como en la comercialización al detalle”.*²²

(TERSINE)

Para SAMUELSON, premio Nobel de Economía en 1970, la *Teoría de la Producción* parte de un conjunto de datos técnicos proporcionados por los ingenieros y su utilidad consiste en dar respuesta a la pregunta: qué cantidad de producto se puede obtener a partir de la disponibilidad de los recursos productivos (tierra, trabajo, maquinaria, materias primas, etc.)²³. Obviamente, la respuesta a dicha pregunta depende del estado en el que se encuentre la técnica, de forma que, ante un nuevo descubrimiento o, simplemente, ante la mejora de un proceso industrial, lo previsible es que aumente la cantidad de producto empleando la mismas cantidades de los factores. En cualquier caso, dadas unas cantidades disponibles para los factores, siempre habrá una cantidad máxima de producto obtenible.

22. TERSINE, R. J. (1985) *Production/Operations Management: Concepts, Structure and Analysis*. North-Holland.

23. SALMUELSON, P.A. (1979) *Curso de Economía moderna*. 17^a Edición. Aguilar, Madrid. Edición original McGraw-Hill.

Esta relación técnica entre la cantidad obtenida de producto y las cantidades aplicadas de los factores es denominada por los economistas, con independencia de la escuela de pensamiento de pertenencia, la *Función de Producción*.

“La función de producción es la relación técnica que nos dice qué cantidad máxima de producto podemos obtener con cada combinación de factores productivos. La función está condicionada por el estado de nuestros conocimientos técnicos en cada momento.”²⁴
(SAMUELSON)

“Los economistas suelen utilizar una función de producción para describir la relación entre la cantidad de factores utilizados para producir y la cantidad de producción obtenida.

[...] Las funciones de producción que muestran rendimientos constantes de escala tienen una interesante implicación.

[...] Esta ecuación establece que la productividad del trabajo depende del capital físico por trabajador (K/L), del capital humano por trabajador (H/L) y de los recursos naturales por trabajador (N/L). La productividad también depende de la situación de la tecnología [...]”²⁵ (MANKIW)

Como se puede ver, las definiciones de los economistas coinciden muchas veces con las de los ingenieros, aunque los primeros ponen más el acento en el trabajo como elemento esencial de la producción y, también, en aumentar la utilidad como una característica esencial de la misma; en definitiva, lo social se resalta sobre lo técnico.

Atendiendo tanto a definiciones como a puntos de vista anteriores, podemos resaltar dos aspectos esenciales:

24. SALMUELSON, P.A. (1979) *Op. cit.*

25. MANKIW, N.G. (2007) *Principios de Economía*. 4^a Edición. PARANINFO, Madrid.

- *La producción tiene el fin de crear utilidad y añadir valor a los materiales (elaboración de bienes), y/o de cuidar intereses o satisfacer necesidades (oferta de servicios), en provecho de toda la sociedad.*
- *Para producir, se requiere el concurso de unos medios que denominamos factores de producción.*

2.4 Producción Industrial

El adjetivo *industrial* debe interpretarse aquí como “*perteneciente o relativo a la industria*”²⁶, entendiendo por *Industria* como el “*conjunto de operaciones materiales y de gestión ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales*”²⁷.

Las actividades de producción económica industrial se pueden definir a partir de la clasificación industrial internacional que establece Naciones Unidas en 1968, bajo la denominación “Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas”²⁸ (ver tabla 1.1) y cuya cuarta revisión corresponde al 11 de agosto del año 2008 (CIIU Rev.4: ISIC Rev.4).

26. Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española* (<http://www.rae.es>)

27. Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española* (<http://www.rae.es>)

28. Naciones Unidas: Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística (2009) Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas (CIIU). Informes estadísticos Serie M, No. 4/Rev. (unstats.un.org/unsd/cr/registry/isic-4.asp)

Sección	Divisiones	Descripción
A	01-03	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
B	05-09	Explotación de minas y canteras
C	10-33	Industrias manufactureras
D	35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E	36-39	Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos
F	41-43	Construcción
G	45-47	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas
H	49-53	Transporte y almacenamiento
I	55-56	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
J	58-63	Información y comunicaciones
K	64-66	Actividades financieras y de seguros
L	68	Actividades inmobiliarias
M	69-75	Actividades profesionales, científicas y técnicas
N	77-82	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
O	84	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
P	85	Enseñanza
Q	86-88	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
R	90-93	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas
S	94-96	Otras actividades de servicios
T	97-98	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio
U	99	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales

Tabla 1.1: Secciones de la Estructura General de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU Rev.4)

Obviamente, la parcelación tradicional de las actividades económicas en 3 grandes grupos: agricultura, industria y servicios, nos sitúa frente a una clasificación arcaica y con fronteras poco nítidas. La *Industria*, tal como es entendida en nuestros

tiempos, ha dejado de ser el tradicional Sector Secundario²⁹: el conjunto de actividades económicas destinadas a la transformación de las primeras materias o productos naturales, mediante la utilización de procesos mecánicos y químicos con el fin de obtener productos manufacturados que son un tipo de bienes. En efecto, como podemos ver en la tabla 1.1, las Industrias Manufactureras (Sección C: Divisiones 10-33) constituyen una parte, no negaremos que importante, de lo que representa nuestra *Industria* actual.

En la Estructura General de la CIIU se establece una agregación de actividades en 21 Secciones que, a su vez, se ramifican en divisiones numeradas (ver tabla 1.1). Cada sección contiene un conjunto de actividades de producción económica, entre las que se encuentran: la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (sección A), las industrias manufactureras (sección C), el suministro de gas y de electricidad (sección D), la construcción (sección F), el transporte y almacenamiento (sección H), las actividades financieras y de seguros (sección K), la administración pública y defensa (sección O), la Enseñanza (sección P), la atención a la salud humana (sección Q) y las actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas (sección R).

En la Estructura Detallada³⁰, cada División se ramifica en Grupos que, a su vez, están formados por conjuntos de Clases, conteniendo cada Clase un conjunto de actividades de producción económica. Veamos algunos ejemplos:

La Clase 8422 (Actividades de Defensa), del Grupo 842 (Prestación de servicios a la comunidad en general) de la División

29. Teniendo en cuenta la división de la actividad económica en los tres sectores tradicionales: primario o agricultura, secundario o industria y terciario o servicios.

30. Puede consultarse : Naciones Unidas: Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística (2009). *Op. Cit.*

84 (Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria) de la Sección O, contiene las siguientes actividades de producción económica:

- *Administración, supervisión y gestión de asuntos y fuerzas de defensa militar del ejército de tierra, la marina y las fuerzas aérea y espacial, como:*
 - fuerzas de combate del ejército de tierra, la marina y la fuerza aérea
 - mandos y fuerzas de ingeniería, transporte, comunicaciones, inteligencia, suministro de materiales, personal y otras fuerzas conexas no destinados al combate
 - fuerzas de reserva y auxiliares del sistema de defensa
 - logística militar (abastecimiento de equipo, estructuras, suministros, etc.)
 - actividades sanitarias para el personal militar en campaña
- *Administración, gestión y respaldo de fuerzas de defensa civil*
- *Prestación de apoyo a la elaboración de planes de emergencia y la ejecución de maniobras con la participación de instituciones civiles y de la población civil*
- *Administración de las políticas de investigación y desarrollo relacionadas con la defensa y de los fondos correspondientes*

En la Sección C correspondiente a Industrias Manufactureras, la Clase 2910 del Grupo 291 (Fabricación de vehículos automotores) de la División 29 (Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques), recoge las siguientes actividades:

- *Fabricación de automóviles de pasajeros*
- *Fabricación de vehículos comerciales:*
 - camionetas, camiones, tractores para semirremolques de circulación por carretera, etcétera
- *Fabricación de autobuses y trolebuses*
- *Fabricación de motores para vehículos automotores*
- *Fabricación de chasis equipados con motores*
- *Fabricación de otros vehículos automotores:*
 - trineos motorizados, carritos autopropulsados para campos de golf, vehículos anfibios
 - camiones de bomberos, camiones barredores, bibliotecas móviles, vehículos blindados, etcétera
 - camiones hormigonera
- *Vehículos para todo terreno, go-carts y vehículos similares, incluidos vehículos de carreras*
- *Reconstrucción en fábrica de motores para vehículos automotores*

Un tercer ejemplo que ilustra la importancia de los servicios en la CIIU lo encontramos en la Clase 9000 (Actividades creativas, artísticas y de entretenimiento) de la Sección R. Esta Clase de actividades de producción económica comprende: (1) la explotación de instalaciones; (2) la prestación de servicios para atender a intereses culturales y de entretenimiento de los clientes; (3) la producción y promoción de espectáculos, actos o exposiciones para el público, así como la participación en ellos; y (5) la aportación de conocimientos y aptitudes artísticos, creativos o técnicos para crear tanto productos artísticos como espectáculos. En detalle:

- *Producción de obras de teatro, conciertos, espectáculos operísticos o de danza y otras producciones escénicas:*
 - actividades de grupos, circos o compañías, orquestas o bandas
 - actividades de artistas individuales, como escritores, directores, músicos, conferenciantes, escenógrafos y constructores de decorados, etcétera
- *Gestión de salas de conciertos, teatros y otras instalaciones similares*
- *Actividades de escultores, pintores, dibujantes, grabadores, etcétera*
- *Actividades de escritores de todo tipo; por ejemplo, de obras de ficción, de obras técnicas, etcétera*
- *Actividades de periodistas independientes*
- *Restauración de obras de arte, como cuadros, etcétera*
- *Actividades de productores o empresarios de espectáculos artísticos en vivo, aporten o no ellos mismos las instalaciones correspondientes*

Estos ejemplos muestran que la clasificación industrial³¹ que ofrece CIIU incluye todo tipo de actividades económico productivas: las agrarias, las industriales tradicionales y los servicios; abarcando, sin distinciones ni jerarquías entre productos, sean éstos bienes o servicios, todas las actividades de los tres Sectores tradicionales: Primario, Secundario y Terciario.

31. Que es acorde con la primera y genuina acepción de *Industria*: “maña y destreza o artificio para hacer una cosa”.

En conformidad con esta visión actual sobre la Industria, las expresiones *Producción Industrial*, en su faceta organizativa, y *Organización de la Producción Industrial* las consideramos equivalentes. Por tanto, en una aproximación semántica a la expresión *Organización de la Producción Industrial*, obtenida por agregación de significados de los vocablos constituyentes, definimos:

La Organización de la Producción Industrial se preocupa por la definición de las estructuras de los sistemas productivos que, incluyendo personas, conocimientos, medios y normas, se dedican a las industrias recogidas en la CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas) que establece Naciones Unidas, y define el conjunto de operaciones conceptuales y materiales que se ejecutan para obtener, transformar o transportar productos.

De nuestra definición se desprende que tanto en la fase de definición de las estructuras de los sistemas productivos como en las fases de su gestión se deben contemplar un conjunto de normas que afectan a las personas participantes en todo este proceso. Las normas no son sólo aquellas establecidas por las costumbres o pactos, sino también las que se derivan del obligado cumplimiento de la Ley.

2.5 Una cronología sobre la regulación de las condiciones laborales en España

Seguidamente se realiza una cronología de la evolución histórico-jurídica del trabajo, desde la Antigüedad clásica y su signo negativo hasta el año 2013 con sus disposiciones tendentes a corregir los efectos negativos de la crisis económica existente desde el año 2008.

El recorrido normativo, que se concentra en los territorios del actual Estado Español, nos muestra tres situaciones distintas que se corresponden con la esclavitud donde el trabajador no era propietario de sí mismo; la servidumbre en la que el trabajador pese a ser libre debía el trabajo a otro en virtud de una vinculación personal; y por último de libertad, donde la prestación de servicios era y es objeto de una obligación asumida voluntariamente.

Sin embargo, se debe hacer notar que ninguna época recoge como sistema político-jurídico único alguna de las situaciones antes expresadas. Efectivamente, tanto en la Edad Antigua, la Media, la Moderna o la Contemporánea se pueden encontrar situaciones de esclavitud, de servidumbre y de libertad aunque obviamente se da, en cada una de dichas edades, el predominio de alguna situación concreta entre las ya indicadas.

En el tercer milenio vuelve a tener relevancia el trabajo a domicilio con la organización flexible de la empresa; el tele trabajo; el correo electrónico; los circuitos de televisión, etc., permiten fórmulas de descentralización y desconcentración de los equipos de trabajo que dan lugar a que la antigua fábrica se articula en un núcleo de trabajo con múltiples conexiones electrónicas. Todo ello, los poderes públicos lo están regulando, no sin dificultades.

A continuación, recopilamos disposiciones que han marcado las condiciones laborales en nuestra historia.

- Cicerón distinguió entre las profesiones y diversas maneras de obtener ganancias: las liberales y las sórdidas, despreciando a los usureros y considerando innobles y despreciables las ganancias de los mercedarios y de todos aquellos a quienes se paga por sus trabajos y no por sus talentos.

Despreciaba el comercio a pequeña escala y lo alababa si era importante y sin fraude.³²

- *El Fuero Juzgo* regulaba por Ley una modalidad de contrato agrícola por el que se entregaba una parcela para cultivo mediante un canon como pago.³³
- *El Código de las Siete Partidas* establecía la relación entre labor y obra estableciendo las razones del tiempo empleado.³⁴
- Asimismo, *el Código* expresado considera la existencia de juras y cofradías como instituciones de ayuda mutua entre unos y otros.³⁵
- Las relaciones de trabajo en los oficios fueron reguladas en el Fuero de Andújar estableciendo criterios para maestros de obras, carpinteros, herreros, tejeros y forma de los ladrillos y las tejas, etc.³⁶
- Los conflictos entre agricultores y ganaderos de LA MESTA fueron regulados por decisión real estableciendo que cuando los pastores debieran abrir cañadas las hicieran por donde antiguamente existieran y no las abrieran por aldeas ni por ningún lugar poblado ni por viñas ni tampoco por huertas, debiendo guardar las cañadas abiertas y que los agricultores no planten en ellas en forma alguna.³⁷
- Una regulación básica de *las Cortes de Valladolid* de condiciones de trabajo en contratos de servicios diarios fue aprobada para peones, obreros y obreras y jornaleros que “salgan a las plazas desde sus casas para alquilarse, al des-

32. CICERÓN (-I). *De Oficios*

33. Liber Indiciorum, X, 1, 11. Antiqua

34. Código de las Siete Partidas. Libro II, Título XX, Ley V

35. Código de las Siete Partidas. Libro V. Título VII, Ley II

36. Oficios menestrales en el Fuero de Andújar, Título DCXXXV y ss

37. Cortes de Madrid de 1339.

puntar el alba, con sus herramientas y viandas, de manera que salgan de la villa para hacer labores a que fueran alquilados, en saliendo el sol y que trabajen todo el día y salgan de dichas labores con tiempo suficiente para llegar a la villa al ponerse el sol”³⁸. Las propias *Cortes de Valladolid* establecieron en la Ley 45 una sanción administrativa por el incumplimiento de la *Tasa de salario*.

- Distintas ordenanzas para pintores, plateros y otros oficios regularon los periodos de aprendizaje (aprendices) de dichos oficios estableciendo los años de aprendizaje y prohibiendo ejercer dichos oficios sin el periodo previo establecido.³⁹
- De forma aislada se elaboraron normas que finalmente establecieron las Ordenanzas que prohibían el trabajo los días festivos.⁴⁰
- Por Real resolución del Rey CARLOS III se declara la abolición de la consideración de deshonra legal del trabajo, hasta entonces vigente, para las artes y oficios que envilecía a quienes lo ejercían y a sus familiares.⁴¹
- *Decreto de la Cortes de Cádiz*, de 6 de agosto de 1811 de abolición de los dictados de vasallo y vasallaje.
- *Las Cortes Generales* con el objetivo de eliminar los trabajos que “hasta ahora han entorpecido el progreso de la industria” decretaron el libre establecimiento de fábricas y el ejercicio de cualquier industria u oficio sin necesidad de examen, título o asociación a los correspondientes gremios, cuyas ordenanzas se derogaron a este respecto.⁴²

38. Ordenamiento de Menestrales dado en las Cortes de Valladolid, 1351, ley 9.

39. Ordenanzas de pintores, plateros y otros oficios dadas en Pamplona el 23 mayo 1481.

40. Ordenanzas aprobadas por los alcaldes de la justicia local de Burgos de 28 de marzo 1485.

41. Real Célula del Consejo de Carlos III de marzo 1783.

42. Decreto 262 de 8 junio de 1813.

- En 1837 se abolía la esclavitud en la Península.⁴³
- En 1873 se produce la dimisión de AMADEO I de España dando paso a la PRIMERA REPUBLICA.
- En 1873 se excluía por ley a los niños y niñas menores de 10 años del trabajo en fábricas, talleres, fundiciones o minas, estableciéndose un escalado en función de la edad, el número de horas laborales para los mayores de 10 años.⁴⁴
- Real Decreto de 5 diciembre de 1873, estableciendo una comisión con objeto de estudiar todas las cuestiones que directamente interesan a la mejora o bienestar de las clases obreras y que afectan a las relaciones entre capital y trabajo.
- Ley de 26 de julio de 1878 sobre trabajos peligrosos de los niños.
- Ley general sobre asociaciones de 30 junio 1887.
- El Código Civil de 1889 en el capítulo “Del arrendamiento de obras y servicios” en la sección “Del servicio de criados y trabajadores asalariados” establecía que “puede contratarse esta clase de servicios sin tiempo fijo, por cierto tiempo, o para una obra determinada. El arrendamiento hecho para toda la vida es nulo.” Era, sin duda, una visión adelantada en su tiempo.⁴⁵
- En 1900 se regulaban las responsabilidades por accidentes de trabajo en un pormenorizado articulado que además creaba una *Junta* técnica encargada del estudio de los mecanismos inventados para prevenir los accidentes de trabajo.⁴⁶

43. Ley de 5 de marzo de 1837 sobre abolición de la esclavitud en la Península.

44. Ley de 24 de julio de 1873, conocida como Ley Bonet.

45. Ver al respecto: Capítulo III del libro IV del Código Civil de 1889.

46. Ley de 30 enero 1900, regulando las responsabilidades por accidente de trabajo.

- Ley 13 de marzo 1900, estableciendo las condiciones de trabajo de mujeres y niños.
- Real Decreto de 25 mayo de 1900, estableciendo clases nocturnas para obreros.
- Real Orden de 2 de agosto de 1902, aprobando un catálogo de mecanismos preventivos de los accidentes de trabajo.
- Real Orden de 6 de noviembre de 1902, estableciendo disposiciones para la prevención de riesgos en las obras urbanas.
- Creación del *Instituto de Reformas Sociales* con representación de patronos y obreros encargado de preparar la legislación de trabajo en su más amplio sentido, cuidar su ejecución organizando servicios de inspección y estadística.⁴⁷
- En 1904 quedó prohibido por Ley el trabajo material por cuenta ajena en domingo y el que se efectúa con publicidad por cuenta propia.⁴⁸
- Real Decreto 1 de marzo de 1906, aprobando el reglamento para el Servicio de la Inspección de Trabajo.
- Real Decreto de 18 de julio 1907, disponiendo que el pago del salario se haga en moneda de curso legal.
- Ley de 27 de febrero 1908, por la que se organiza por el Estado un Instituto Nacional de Previsión.
- Real Orden de 16 de enero 1909, relativa a Sociedades y Compañías de Seguros sobre accidentes de trabajo.
- Ley de 17 de julio de 1911, de contrato de aprendizaje.

47. Ver Real Decreto de 23 abril de 1903 por el que se crea el IRS.

48. Ley de 3 de marzo de 1904, regulando el descanso dominical.

- Ley de 27 de febrero de 1912, estableciendo la obligación de tener dispuesto un asiento para cada una de las trabajadoras en establecimientos no fabriles donde se vendan o expendan artículos. (Ley de la silla)
- Ley de julio de 1912, prohibiendo el trabajo industrial nocturno a las mujeres en talleres y fábricas.
- Real Decreto de 24 agosto 1913, fijando la jornada máxima ordinaria de trabajo efectivo de los obreros de ambos sexos en la industria textil.
- Real Decreto de 23 enero 1916 estableciendo las condiciones de los andamios en fachadas.
- En 1919 se reguló el derecho tanto de patronos como obreros de coaligarse, declararse en huelga y acordar el paro para los efectos de sus respectivos intereses sin perjuicio de los derechos que dimanan de los contratos celebrados.⁴⁹
- En el año 1919 se regulaba la jornada máxima de trabajo en 8 horas diarias o 48 horas semanales en todos los trabajos.⁵⁰ Asimismo, por real decreto de 11 de marzo 1919 se aprobaban los retiros obreros.
- Pacto de la Sociedad de Naciones, firmado en Versalles el 28 de junio de 1919 con entrada en vigor el 10 enero de 1920 y con fecha de extinción el 18 de abril de 1946 con una parte XIII dedicada al trabajo y a su organización.⁵¹
- Real Decreto de 8 de marzo de 1920 creando el *Ministerio de Trabajo*.
- En el año 1926 se regulaba el trabajo a domicilio entendiendo como tal el que realizaron los obreros en el local en

49. Ley de 27 de abril de 1919, relativa a coligaciones, huelgas y paros.

50. Real Decreto de 3 de abril de 1919, sobre jornada máxima de trabajo.

51. Con la creación de Naciones Unidas se produce la extinción del Pacto de la Sociedad de Naciones el 18 abril 1946.

que estuvieran domiciliados, por cuenta del patrono, del cual recibirían retribución por la obra ejecutada.⁵²

- En el año 1926 se promulgaba el *Código de Trabajo* con sus normas sobre contrato de trabajo, aprendizaje, accidentes, etc. siendo la obra legal más representativa del momento.⁵³ En dicho periodo (1923 a 1930) una serie de disposiciones legales que caracterizaron la obra social de la DICTADURA DE PRIMO DE RIVERA fueron promulgadas:
 - Decreto Ley de 21 de junio 1926 de protección a las familias numerosas.
 - Decreto Ley de 22 de marzo de 1929 creando el seguro de maternidad
 - Legislación de casas baratas, entre otras.
- *La Constitución española* de 1931 se articula bajo la óptica de Libertad y Justicia en una República democrática de trabajadores de toda clase que considera el trabajo una obligación social y asegura a todo trabajador las condiciones necesarias de una existencia digna: seguro de enfermedad, accidente, paro forzoso, vejez, invalidez y muerte, protección de la maternidad, jornada de trabajo, salario mínimo, vacaciones remuneradas, etc.⁵⁴
- Ley del Contrato de trabajo de 21 noviembre 1931 desarrollada bajo espíritu de la Constitución republicana.
- Ley de 27 noviembre de 1931, de jurados mixtos creados como instituciones de derecho público encargados de regular la vida de las profesiones y de ejercer funciones de conciliación y arbitraje en los grupos enunciados.

52. Real Decreto-Ley de 26 julio 1926, para la regulación del trabajo a domicilio.

53. Código de trabajo de 23 de agosto de 1926.

54. Constitución española de la Segunda República de 9 de diciembre de 1931.

- Decreto de 26 mayo de 1931 sobre seguro obligatorio de Maternidad, desarrollado para dar cumplimiento al compromiso internacional de España además de lo establecido en la Constitución.
- Ley de 8 abril 1932, sobre asociaciones profesionales de obreros y patronos.
- Ley de Bases para la reforma agraria de 15 septiembre 1932.
- Decreto de 1 noviembre de 1934 sobre causas legítimas de despido por huelga.
- Decreto de 13 septiembre de 1936 ilegalizando las agrupaciones políticas o sociales del Frente Popular.
- Fuero del Trabajo de 9 marzo de 1938.
- Decreto de 21 abril 1938 reorganizando las asociaciones y organismos sindicales.
- Decreto de 13 mayo 1938 suprimiendo los Jurados Mixtos y los Tribunales Industriales, y creando las Magistraturas de Trabajo.
- Ley de 1 de septiembre de 1939, del Ministerio de Trabajo, estableciendo el subsidio de vejez.
- Ley de 16 octubre de 1942 por la que se establecen normas para regular la elaboración de las reglamentaciones de trabajo.
- Declaración de Filadelfia de 10 mayo 1944, relativa a los fines y objetivos de la Organización Internacional del Trabajo.
- Carta de las Naciones Unidas de 26 junio 1945.
- Declaración Universal de los Derechos Humanos de 10 diciembre 1948.

- Tratado Constitutivo de la Comunidad Económica Europea, dado en Roma el 26 de mayo de 1957. Es oportuno destacar el reconocimiento a la libre circulación de personas dentro de la Comunidad.
- Carta Social Europea, aprobada por el Consejo de Europa en Turín el 18 de octubre de 1961, en la que destaca el reconocimiento de los derechos básicos de los trabajadores y sus familias.
- Ley de Bases de la Seguridad Social de 28 diciembre 1963.
- Ley 16/1976 de 8 abril de Relaciones Laborales.⁵⁵
- Real decreto-Ley 17/1977, de 4 marzo, sobre Relaciones de Trabajo.⁵⁶
- Ley 19/1977, de 1 abril, sobre regulación del Derecho de Asociación Sindical.⁵⁷
- Instrumento de Ratificación de España de 13 abril 1977, del Convenio número 98 de la OIT sobre la aplicación de los principios del derecho de sindicación y de negociación colectiva adoptado el 1 de julio de 1949.⁵⁸
- Real Decreto-Ley 39/1978, de 5 diciembre, sobre la forma de pago de haberes y salarios a funcionarios públicos y trabajadores de empresas privadas.⁵⁹
- *Constitución española* de 27 de diciembre de 1978, actualmente vigente, que se caracteriza en el ámbito objeto de este estudio por establecer el principio de igualdad ante la ley.
- Se reconoce el derecho a sindicarse libremente, fundar sindicatos y reconocimiento del derecho a la huelga. Se

55. BOE 21 abril 1976.

56. BOE 9 marzo 1977.

57. BOE 4 abril 1977.

58. BOE 10 de mayo 1977.

59. BOE 7 de diciembre 1978.

reconoce el deber y el derecho al trabajo, la libre elección de profesión u oficio, a la promoción a través del trabajo y a una remuneración suficiente para satisfacer sus necesidades y las de su familia, sin poder hacerse discriminación por razón de sexo.⁶⁰

- Se establece por la Constitución la regulación de un estatuto de los trabajadores por ley que es aprobado en el año 1980 siendo modificado y refundido por R.D.L.G. de 24 marzo 1995, actualmente vigente. El Estatuto de los Trabajadores⁶¹ es la norma principal del Derecho del Trabajo español y a su amparo se han dictado otras normas de gran calado, que seguidamente se señalan, entre otras de notable interés.
- Organización y funcionamiento del Fondo de Garantía Salarial.⁶²
- Desarrollo de la ley 31/84 de 2 agosto. De protección por desempleo.⁶³
- Ley Orgánica de Libertad Sindical.⁶⁴
- Convenio de la OIT nº 155/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente en el trabajo.⁶⁵
- Directiva de la CEE de Seguridad e Higiene.⁶⁶
- Real Decreto 1088/89 por el que se extiende la cobertura de la asistencia sanitaria de la Seguridad Social a las personas sin recursos económicos suficientes.⁶⁷

60. BOE 29 diciembre 1978.

61. Ley 8/1980 de 10 marzo aprobando el Estatuto de los Trabajadores.

62. R.D. 505/85 de 6 marzo.

63. R.D. 625/85 de 2 abril.

64. L.O. 11/85 de 2 agosto.

65. Entrada en vigor para España el 11 septiembre 1986.

66. Directiva 80/364 de la Comunidad Económica Europea de 9 junio 1989.

67. Real Decreto de 8 septiembre 1989 (BOE 9 septiembre 1989).

- R.D. 1316/89 sobre protección a los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.⁶⁸
- R.D. 1346/89 regulando la jornada de trabajo, jornadas especiales y descansos, estableciendo el calendario laboral.⁶⁹
- D.M. de 13 noviembre 1989, desarrollando el R.D. 1088 por el que se extiende la cobertura de Asistencia Sanitaria de la Seguridad Social a las personas sin recursos económicos suficientes.⁷⁰
- R.D. 88/90 de 26 enero relativo a la protección de los trabajadores mediante la prohibición de determinados agentes específicos o determinadas actividades.⁷¹
- Reglamento comunitario CEE nº 2194/91 relativo al periodo transitorio de la libre circulación de trabajadores entre España y Portugal por una parte y los estados miembros por otra.⁷²
- Reglamento CEE nº 2434/92, de 27 de julio sobre la libre circulación de trabajadores.⁷³
- R.D. 1575/93, de 10 septiembre, por el que se regula la libre elección de médico en los servicios de atención primaria del Instituto Nacional de la Salud.⁷⁴
- Directiva 93/104-C.E. del Consejo, de 23 noviembre, relativa a determinados aspectos de la ordenación del tiempo de trabajo.⁷⁵

68. Real Decreto de 27 octubre 1989 (BOE 2 noviembre 1989).

69. Real Decreto de 3 noviembre 1989 (BOE 7 noviembre 1989).

70. La expresada Orden Ministerial desarrolla el estando Decreto ampliando la cobertura de las correspondientes pretensiones.

71. BOE 27 enero 1990.

72. D.O. 29 julio 1991.

73. D.O. 26 agosto 1992.

74. BOE 5 octubre 1993.

75. D.O.C.E. 13 diciembre 1993.

- Ley 14/94, de 1 de junio, por la que se regulan las empresas de Trabajo Temporal.⁷⁶
- R.D. 18/44 de 9 septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de elecciones a órganos de representación de los trabajadores en la empresa.⁷⁷
- R.D. 4/95. De 13 enero, por el que se desarrolla la Ley 14/1994 por la que se regulan las Empresas de Trabajo Temporal.⁷⁸
- R.D.L.G. 1/95, de 24 marzo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.⁷⁹
- R.D. 1561/95, de 21 septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.⁸⁰
- Ley 31/95, de 8 noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.⁸¹
- R.D. 8/96, de 15 enero, sobre libre elección de médico en los servicios de atención especializada del Instituto Nacional de la Salud.⁸²
- R.D. 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.⁸³
- Ley 4/97, de 24 de marzo, de Sociedades Laborales.⁸⁴
- R.D. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.⁸⁵

76. BOE 2 junio 1994.

77. BOE 13 septiembre 1994.

78. BOE 1 febrero 1995.

79. BOE 29 marzo 1995.

80. BOE 26 septiembre 1995.

81. BOE 10 noviembre 1995.

82. BOE 31 enero 1996.

83. BOE 31 enero 1997.

84. BOE 25 marzo 1997.

85. BOE 23 abril 1997.

- R.D. 488/98, de 27 de marzo, por el que se desarrolla el artículo 11 del Estatuto de los Trabajadores en materia de contratos formativos.⁸⁶
- R.D. 216/99 de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud laboral en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.⁸⁷
- Orden Ministerial de 30 marzo 1999 por la que se establece el día 20 de Abril de cada año como día de la seguridad y salud en el trabajo.⁸⁸
- Ley 39/88, de 5 noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.⁸⁹
- Ley Orgánica 4/00, de 11 de enero, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social.⁹⁰
- R.D.L.G. 5/00, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social.⁹¹
- R.D. 614/01, de 8 junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgos eléctricos.⁹²
- R.D. 1125/01, de 19 octubre, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por Real Decreto 138/100, de 4 febrero.⁹³

86. BOE 4 abril 1998.

87. BOE 24 de febrero 1999.

88. BOE 13 de abril 1999.

89. BOE 6 de noviembre 1999.

90. BOE 12 de enero 2000.

91. BOE 8 de agosto 2000.

92. BOE 21 de junio 2001.

93. BOE 31 octubre 2001.

- R.D. 136/02 de 1 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Sociedades Cooperativas.⁹⁴
- Ley 35/02, de 12 julio, de medidas para el establecimiento de un sistema de jubilación gradual y flexible.⁹⁵
- R.D. 1128/03, de 5 septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales.⁹⁶
- Ley 36/03, de 11 noviembre, de medidas de reforma económica.⁹⁷
- Ley 51/03, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.⁹⁸
- Ley 56/03, de 16 diciembre, de Empleo.⁹⁹
- R.D. 1795/03, de 26 diciembre, de mejora de las pensiones de viudedad.¹⁰⁰
- R.D. 364/04 de 5 marzo, de mejora de las pensiones de orfandad a favor de minusválidos.¹⁰¹
- Resolución de 21 de abril de 2004, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, sobre acceso a la prestación de maternidad por el padre en el supuesto de fallecimiento de la madre.
- R.D. 2177/04, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la

94. BOE 15 febrero 2002.

95. BOE 13 julio 2002.

96. BOE 17 septiembre 2003.

97. BOE 12 noviembre 2003.

98. BOE 3 diciembre 2003.

99. BOE 17 diciembre 2003.

100. BOE 27 diciembre 2003.

101. BOE 6 marzo 2003.

utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.¹⁰²

- Ley 8/05, de 6 de junio, para compatibilizar las pensiones de invalidez en su modalidad no contributiva con el trabajo remunerado.¹⁰³
- R.D.L. 5/06, de 9 de junio, para la mejora del crecimiento y del empleo.¹⁰⁴
- Ley 31/06, de 18 de octubre, sobre implicación de los trabajadores en las sociedades anónimas y cooperativas europeas.¹⁰⁵
- Ley 32/06, de 18 octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.¹⁰⁶
- Ley 43/06, de 28 diciembre, para la mejora del crecimiento y del empleo.¹⁰⁷
- R.D. 240/07, de 16 febrero, sobre entrada, libre circulación y residencia en España de ciudadanos de los Estados miembros de la Unión Europea y de otros Estados parte en el acuerdo sobre el EEE.¹⁰⁸
- L.O. 3/07, de 22 marzo, para la igualdad efectiva entre hombres y mujeres.¹⁰⁹
- Ley 20/07, de 11 junio, del Estatuto del Trabajo Autónomo.¹¹⁰

102. BOE 13 noviembre 2004.

103. BOE 7 junio 2005.

104. BOE 14 junio 2006.

105. BOE 19 octubre 2006.

106. BOE 19 octubre 2006.

107. BOE 21 de junio 2001.

108. BOE 28 febrero 2007.

109. BOE 23 marzo 2007.

110. BOE 12 julio 2007.

- Ley 38/07, de 16 de noviembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, aprobado por Real decreto legislativo 1/ 1995, de 24 de marzo, en materia de información y consulta de los trabajadores y en materia de protección de los trabajadores asalariados en caso de insolvencia por parte del empresario.¹¹¹
- L.O. 13/07, de 19 de noviembre, para la persecución extraterritorial del tráfico ilegal o la inmigración clandestina de personas.¹¹²
- Ley 44/07, de 13 de diciembre, para la regulación del régimen de las empresas de inserción.¹¹³
- R.D. 221/08, de 15 de febrero, por el que se crea y regula el Consejo Estatal de Responsabilidad Social de las Empresas.¹¹⁴
- R.D.L. 2/08, de 21 de abril, de medidas de impulso a la economía.¹¹⁵
- R.D. 197/09, de 23 de febrero, por el que se desarrolla el Estatuto del Trabajo Autónomo en materia de contrato del trabajador autónomo económicamente dependiente y su registro y se crea el Registro Estatal de asociaciones profesionales de trabajadores autónomos.¹¹⁶
- R.D.L. 2/09 de 6 marzo, de medidas urgentes para el mantenimiento y el fomento del empleo y la protección de personas desempleadas.¹¹⁷

111. BOE 17 noviembre 2007.

112. BOE 20 noviembre 2007, CE 27 diciembre 2007.

113. BOE 20 noviembre 2007, CE 19 febrero 2008.

114. BOE 29 febrero 2008.

115. BOE 22 abril 2008.

116. BOE 4 marzo 2009.

117. BOE 7 marzo 2009.

- R.D.L. 8/10, de 20 de mayo, por el que se adoptan medidas extraordinarias para la reducción del déficit público.¹¹⁸
- R.D.-Ley 10/2010, de 16 de junio, sobre mediadas urgentes para la reforma del mercado de trabajo.¹¹⁹
- Ley 35/2010, de 17 de septiembre, de medidas urgentes para la reforma del mercado de trabajo.¹²⁰
- R.D.-Ley 13/2010, de 3 de diciembre, de actuación en el ámbito fiscal, laboral y liberalizadoras para fomentar la inversión y la creación de empleo.¹²¹
- R.D. 1796/10, de 30 de diciembre, por el que se establece la regulación de las agencias de colocación.¹²²
- R.D.L. 1/11, de 11 de febrero, de medidas urgentes para promover la transición al empleo estable y la recualificación profesional de las personas desempleadas.¹²³
- R.D.L. 3/11, de 18 de febrero, de medidas urgentes para la mejora de la empleabilidad y la reforma de las políticas activas de empleo.¹²⁴
- Ley 2/11, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.¹²⁵
- R.D.L. 7/11, de 10 de junio, de medidas urgentes para la reforma de la negociación colectiva.¹²⁶
- R.D.L. 8/11, de 1 de julio, de medidas de apoyo a los deudores hipotecarios, de control del gasto público y cancelación de deudas con empresas y autónomos contraídas

118. BOE 24 mayo 2010, CE, 25 y 26 mayo 2010.

119. BOE 17 junio 2010.

120. BOE 18 septiembre 2010.

121. BOE 3 diciembre 2010.

122. BOE 31 diciembre 2010.

123. BOE 12 febrero 2011.

124. BOE 11 febrero 2011.

125. BOE 8 de marzo 2011.

126. BOE 11 de junio 2011, CE 21 de junio 2011.

por las entidades locales, de fomento de la actividad empresarial e impulso de la rehabilitación y de simplificación administrativa.¹²⁷

- R.D.L. 10/11, de 26 de agosto, sobre medidas urgentes para la promoción del empleo de los jóvenes, el fomento de la estabilidad en el empleo y el mantenimiento del programa de recualificación profesional de las personas que agotan su protección por desempleo.¹²⁸
- R.D. 1698/11, de 18 de noviembre, sobre régimen jurídico y procedimiento general para establecer coeficientes reductores y anticipar la edad de jubilación en el sistema de la Seguridad Social.¹²⁹
- Ley 3/12, de 6 de julio, de medidas urgentes de reforma del mercado laboral.¹³⁰
- R.D-Ley 20/12, de 13 de julio, de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad.¹³¹
- R.D. 1483/12, de 29 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de los procedimientos de despido colectivo y de suspensión de contratos y ordenación de jornada.¹³²
- Ley 13/12, de 26 diciembre, de lucha contra el empleo irregular y el fraude a la Seguridad Social.¹³³

Finalmente, se cierra esta regulación cronológica con las disposiciones del año 2013 que, al igual que muchas de los años ante-

127. BOE 7 de julio 2011.

128. BOE 30 agosto 2011.

129. BOE 23 noviembre 2011.

130. BOE 7 de julio 2012.

131. BOE 14 julio 2012.

132. BOE 30 octubre 2012.

133. BOE 27 diciembre 2012.

riores, han sido concebidas como medidas de choque contra la crisis económica desatada a partir del año 2008:

- R.D-Ley 3/2012, de 10 de febrero, de medidas urgentes para la reforma del mercado laboral.¹³⁴
- R.D-Ley 4/13, de 22 de febrero, de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo.¹³⁵
- R.D-Ley 5/13, de 15 de marzo, de medidas para favorecer la continuidad de la vida laboral de los trabajadores de mayor edad y promover el envejecimiento activo.¹³⁶

2.6 Un método generador de conocimientos

Pensamos que nuestra adopción del enfoque cuantitativo está justificada; sin embargo, es conveniente hacer alguna matización sobre este punto.

En ningún momento debe olvidarse el carácter aplicado y realista de la Organización de la Producción y de toda la ingeniería en general. Por ello, el hecho de conferir a la Organización de la Producción una impronta cuantitativa no debe significar que ésta prevalezca sobre lo conceptual. Sabemos que la Organización de la Producción se nutre de problemas reales y de verdaderas necesidades que emergen en la sociedad, y que, por supuesto, está sujeta a las condiciones de vida en un territorio, a normativas y reglas que afectan a las condiciones laborales, y a los derechos, costumbres y tradiciones de las personas. Por ello, en nuestro caso concreto, tanto la enseñanza como la in-

134 BOE 11 febrero 2013.

135. BOE 23 febrero 2013.

136. BOE 16 de marzo 2013.

vestigación deben inspirarse en las empresas y organizaciones dedicadas a la producción de bienes y servicios.

Entendemos que el avance de la Organización de la Producción se debe vincular al conocimiento que ésta tenga sobre el mundo industrial y, por supuesto, el avance en la Industria depende de los conocimientos generados y, con posterioridad, adquiridos en el mundo de la enseñanza profesional y universitaria. Normalmente, las necesidades y los problemas surgirán en las empresas y organizaciones. Éstas obtendrán soluciones, más o menos adecuadas, según el grado de formación de sus técnicos y de la importancia que den las propias empresas y organizaciones al estudio con rigor. La Enseñanza, docencia e investigación, tras ser consciente de un nuevo problema, podrá y deberá emplear sus conocimientos de dos formas. Primera, elaborando herramientas útiles (interpretación y aplicación de leyes y normas en general, métodos para la mejora de las condiciones laborales, técnicas y algoritmos para facilitar los cálculos y programas de ordenador para ayudar a la toma de decisiones, entre otras). Segunda, transmitiendo su experiencia por todas las vías posibles de formación (profesional, cursos de iniciación y reciclaje, grados y másteres universitarios, y doctorados).

A nuestro entender, la forma conveniente para que se produzcan avances de interés en la disciplina Organización de la Producción está ligada a interacciones entre las partes de un sistema, Empresa-Organización-Universidad, capaz de manera cíclica y mediante un proceso de mejora continua de: (1) crear nuevas expectativas; (2) detectar necesidades y problemas; (3) crear nuevas herramientas de ayuda a la toma de decisiones; (4) resolver problemas; y (5) cerrar el ciclo de mejora volviendo al punto (2) a corto-medio plazo y al punto (1) a medio-largo plazo.

Por consiguiente, la relación problema-resolución invita, y, razonablemente, obliga a estrechar fuertemente los lazos entre Empresa y Universidad. De hecho, esta ligadura es importante en los países más avanzados, permitiendo que el mundo académico adopte una actitud más práctica y el mundo empresarial utilice, cada vez más, técnicas con alto grado de rigor científico.

“En el mundo académico se ha producido un cambio radical en el planteamiento de estos temas y en las expectativas sobre la utilidad de sus enseñanzas. Hace veinte años el planteamiento consistía en el desarrollo de las técnicas para analizar, mediante modelos matemáticos, los problemas de producción con la esperanza de que su difusión entre los directivos de las empresas, y la posterior aplicación que de ellas hicieran, traería consigo un gran incremento de la productividad. Hoy en día se ha abandonado este punto de vista, a la vez estrecho e ingenuamente optimista. En la actualidad reconocemos que la enorme complejidad de los problemas que se presentan en producción no hace posible la existencia de panaceas que, a modo de caja negra, los resuelvan casi automáticamente.

[...]. La influencia de sociedades como IEE, APICS y otras, cuestionando la razón de ser de las enseñanzas tradicionales y señalando los problemas reales que han de abordar los responsables de la producción, han actuado introduciendo mayor realismo en los planteamientos académicos.”¹³⁷

Como se ha dicho, los problemas que trata de resolver la Organización de la Producción surgen de la necesidad de diseñar y gestionar sistemas productivos. Diseñar y gestionar correctamente no son cuestiones fáciles y menos aún si estas acciones

137. LARRAÑETA, J.; ONIEVA, L.; LOZANO, S. (1995) *Métodos modernos de gestión de la producción*. Alianza Editorial, Madrid.

se centran en los sistemas productivos, cuya riqueza de aspectos da lugar a problemas de muy distinta naturaleza. Por este motivo, son muchas las herramientas empleadas en el ámbito de la Organización de la Producción; sin embargo y a pesar de esta diversidad, la actitud que ha servido para abordar la materia que nos ocupa ha sido, desde la primera civilización hasta nuestros días, siempre la misma.

Nombrar algunos autores de la organización considerados como clásicos (con los que se puede estar o no de acuerdo) puede servir de ayuda para comprender el espíritu que movió a los pioneros, cuyas contribuciones han ofrecido un camino útil para detectar y resolver problemas. FIDIAS, PACIOLI, LEONARDO, DESCARTES, COULOMB, BABBAGE, TAYLOR, GANTT, GILBRETH, FORD, HARRIS y WILSON, SHEWHART, BLACKETT, DANTZIG y VON NEWMANN, son algunos de los nombres que deberían figurar en esta lista. Lo que hay en común es “*pensar científicamente en vez de seguir la tradición o la costumbre sobre los procesos implicados en el control de los grupos sociales que cooperan en la producción y la distribución.*”¹³⁸

Entre los trabajos de COULOMB o BABBAGE en el campo de la organización y los modelos matemáticos más recientes para la gestión de sistemas productivos hay, indudablemente, una gran distancia, pero son la expresión, en su época respectiva y con el distinto bagaje de todo tipo que ello supone, de una misma actitud ante la producción: la de considerarla como objeto de estudio científico y susceptible por tanto de análisis, modelización, cuantificación y crítica orientada a la mejora.

Se trata, por tanto, de adoptar una actitud basada en los cuatro preceptos cartesianos : *la duda, el análisis, la síntesis y la compromiso*.

138. URWICK L.F., BRECH E.F.L. (1984). *La historia del management*. Orbis.

bación sistemática. Tal como hicieron, en su momento, BABAGE, TAYLOR y los autores de su escuela, iniciadores de la corriente cuantitativa en la que se ha insertado de forma natural la utilización de medios informáticos, los modelos matemáticos y, más recientemente, las ciencias de la computación. Sociedades como APICS¹³⁹ o POMS¹⁴⁰ o INFORMS¹⁴¹ o ADINGOR¹⁴² (en España), se sitúan en esta trayectoria, tal como indicaba LARRAÑETA, “señalando los problemas reales que han de abordar los responsables de la producción”.

Por una parte, en cualquier sistema productivo, podemos observar la complejidad de sus características debido a las íntimas relaciones que existen entre todas sus partes, que se afectan y relacionan mutuamente de forma continua y dinámica.

Por otra parte, los preceptos cartesianos nos proporcionan las pautas de comportamiento que podemos adoptar ante un problema específico al que tratamos de dar una solución desde un punto de vista científico. No obstante, si deseamos establecer un método (ya que el camino a seguir no es único), será preciso establecer unas fases que servirán de guía para alcanzar el objetivo perseguido.

Consecuentemente, las fases del método que proponemos aquí deben estar sujetas a un marco de interacciones entre las partes del sistema *Empresa-Universidad*, y se enfocan hacia la generación de conocimientos en aspectos tanto de gestión como tecnológicos en el ámbito de la Organización de la Producción.

139. Association for Operations Management : <http://www.apics.org> (rev. 20090327).

140. Production and Operations Management Society : <http://www.poms.org> (rev. 20090327).

141. Institute for Operations Research and the Management Sciences : <http://www.informs.org> (rev. 20090327)

142. Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización: <http://www.adingor.es> (rev. 20090327).

FASE 0: Reconocer la existencia de un ante-problema

En esta fase, el término *problema* debe entenderse como *una cuestión que se trata de aclarar o como un conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin*. Pero, antes de poder responder a una cuestión ya formulada y tratar de aclararla, o antes de conocer, tras un análisis, qué hechos y/o circunstancias están imposibilitando la consecución de un fin, ALGUIEN¹⁴³ está insatisfecho con una situación determinada o con una determinada concepción de un fenómeno: para ALGUIEN algo no acaba de encajar y le resulta molesto: ALGUIEN tiene un *ante-problema*.

El *ante-problema* puede ser reflejo de una inquietud del CIENTÍFICO¹⁴⁴ o de un CLIENTE¹⁴⁵, que puede estar dispuesto a solicitar el concurso del CIENTÍFICO: he aquí el momento en que el CIENTÍFICO puede empezar a formar parte del juego de interacciones entre las partes del sistema *Empresa-Universidad*.

Aquí nos encontramos en la fase primitiva del proceso de generación de conocimientos, para fijar ideas sirvan los siguientes ejemplos: “la factoría no alcanza los niveles de producción exigidos por la dirección, aunque ésta está sobre-capacitada”; “los clientes nos rechazan los pedidos”; “las expediciones no llegan nunca a tiempo”; “el próximo año se inicia el despliegue del PNIR 2007-2015¹⁴⁶ (Plan Nacional Integrado de Residuos) cuyos principios suponen a efectos prácticos que todos los agentes implicados desde las administraciones públicas a los agentes económicos y sociales, pasando por los consumidores

143. Nos estamos refiriendo a una persona, colectivo, empresa u organización.

144. Debe entenderse en sentido amplio: una persona o un colectivo mono o pluridisciplinario.

145. Debe entenderse en sentido amplio: la sociedad, una organización, etc.

146. BOE (26 de febrero de 2009). *Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015*. BOE nº 49, Sec I. Pág. 19895.

y usuarios asuman su cuota de responsabilidad en relación con los residuos”; “doblamos en días de stock la media de la compañía”, “los agentes de policía no están satisfechos con los turnos de trabajo actuales”, “no tenemos claro qué tamaño de lotes son los más apropiados en la planta de estampación de piezas de carrocerías para coches y vehículos industriales; la dirección nos pide reducirlos, pero sospechamos que incrementaremos los costes de producción”, entre otros ejemplos.

Si hay voluntad, lo que queda pendiente es convertir un *ante-problema* en un *problema*.

FASE I: *Delimitación del Problema*

Se puede considerar una primera fase consistente en el establecimiento de un acuerdo con los responsables de producción, sea de bienes o servicios, para definir cuál es el problema. Sobra decir que en esta fase no siempre se consigue definir cuál es el verdadero problema. El CLIENTE, cuya Voz hay que escuchar, ayudará a definir el problema aunque, en ocasiones, mostrará al CIENTÍFICO sus preocupaciones inmediatas y recurrentes que se alejan del verdadero problema.

En este punto, es conveniente que el CIENTÍFICO documente su interpretación del problema y la someta al juicio del CLIENTE. Si las interpretaciones de ambos llegan a ser coincidentes, tras una serie de etapas de aproximación, ha llegado el momento de definir la situación que se desea alcanzar cuando el problema haya sido resuelto.

El estado a alcanzar debe ser exigente, pero también debe ser realista, y debe estar en consonancia con el plazo fijado para su consecución.

FASE 2: Análisis de causas potenciales generadoras del problema

Aquí ya tenemos definida la situación deseable: hemos definido el fin. Por tanto, es el momento de identificar qué hechos y circunstancias, en definitiva, causas, nos impiden alcanzar el objetivo.

Tras la identificación de causas potenciales, es conveniente clasificarlas en varias categorías, por ejemplo 3. Algunas serán fundamentales o muy probables, otras serán probables y las últimas serán las poco probables o improbables. Para ello, se puede buscar apoyo en diferentes herramientas, desde diagramas de causas y efectos, hasta un programa matemático si es posible representar las relaciones causa-efecto a través de un modelo de estas características.

FASE 3: Proponer soluciones generales posibles

En esta fase se buscan soluciones generales sin que sea necesaria su evaluación a través de una o varias medidas de eficiencia. Para ello, se pueden emplear técnicas como la *tormenta de ideas*. En definitiva, se trata de ofrecer un conjunto de soluciones posibles y de él extraer las denominadas soluciones potenciales.

Por ejemplo, ante un ante-problema como “el próximo año se inicia el despliegue del PNIR 2007-2015¹⁴⁷ (Plan Nacional Integrado de Residuos) cuyos principios suponen a efectos prácticos que todos los agentes implicados desde las administraciones públicas a los agentes económicos y sociales, pasando por los consumidores y usuarios asuman su cuota de responsabilidad en relación con los residuos”, centrándonos en el servicio de

147. BOE (26 de febrero de 2009). *Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015*. BOE nº 49, Sec I. Pág. 19895.

recogida urbana selectiva en un municipio concreto, se pueden proponer distintas alternativas tras evaluar las cuotas que deberían pagar los ciudadanos según sea el tipo de servicio que se les pueda ofrecer, a saber: un servicio puerta a puerta, un sistema de recogida neumática, ampliar el servicio con el sistema de recogida en vigor que emplea la técnica camión-contenedor, decidir que sea el ciudadano quien decida, etc.

FASE 4: Seleccionar la solución general más satisfactoria

Estamos en un punto en el que hay que tomar una decisión, en consecuencia, en preciso establecer uno o más criterios de selección. Frecuentemente, nos encontraremos, sobre todo en un grupo de trabajo, con criterios diferentes, con diferentes puntos de vista que pueden conducir a que la solución general más satisfactoria no sea la misma para todos los miembros del equipo. En tal caso, es conveniente enunciar los criterios y asignarles un peso y, si es posible, presentar una evaluación de las soluciones generales según los diversos criterios mediante frentes de Pareto. El resto del proceso es conocido.

FASE 5: Proyecto, Plan de Trabajo y Lanzamiento

Hasta este punto el problema sigue sin estar resuelto. Ha llegado el momento de hacer una propuesta de Proyecto de Investigación o de Transferencia Tecnológica. De deben definir las tareas a realizar, asignar recursos, establecer un calendario y un presupuesto, etc. También conviene desarrollar planes alternativos para esquivar las incidencias que puedan surgir a lo largo del desarrollo de Proyecto.

En esta fase, se pueden adoptar varios enfoques, entre ellos se encuentra el de la escuela cuantitativa, cuyas etapas son bien conocidas:

- *Enunciar el problema en el marco de la propuesta de Proyecto aceptada.*
- *Analizar alternativas.*
- *Construir un modelo analítico para representar el sistema objeto de estudio.*
- *Determinar soluciones.*
- *Validar el modelo y las soluciones resultantes. Comprobar que las predicciones del modelo se ajustan a la realidad.*
- *Poner en marcha: Explotar.*
- *Mantener.*

FASE 6: Seguimiento y control del Proyecto

Esta fase requiere la colecta de datos útiles para el seguimiento y control del proyecto. También deberán desplegarse los planes alternativos si es el caso. Y, finalmente, se han de evaluar los resultados desde tres puntos de vista: coste económico, calidad y plazos.



❖ 3 EN LOS ALBORES DE LA CIVILIZACIÓN

3.1 Preliminares

La Arqueología nos permite desvelar algunos secretos de la historia relacionados con la actividad humana en el pasado. A través de las muestras arqueológicas, podemos crear una imagen del mundo que tuvieron, por ejemplo, los mesopotámicos o los pobladores de las tierras del valle del Indo hace 5000 o 6000 años.

El surgimiento de nuestra civilización, la europea, según cuenta nuestra historia, estuvo claramente condicionado por la influencia que ejercieron las ciudades mesopotámicas¹⁴⁸ sobre el mundo griego y el judeocristiano, mundos que consideramos, a su vez, los pilares de nuestra cultura legada, en gran medida, a través de la Biblia, del Corán y de la mitología griega.

Pero también, gracias a las excavaciones arqueológicas, hoy podemos añadir a nuestra historia un componente incluso más oriental. En efecto, hemos podido comprobar que, durante más de tres siglos, existió un intenso comercio, catalogado como internacional, entre la civilización que floreció en el valle del Indo, llamada cultura de Harappa, y la de las tierras localizadas entre el Tigris y el Éufrates.

3.2 La cultura de Harappa

En el valle del Indo surge una floreciente cultura, caracterizada por grandes ciudades, que puede considerarse contemporánea

148. De Mesopotamia (del griego: Μεσοποταμία, *meso-potamía* : entre ríos). Zona de Oriente Próximo ubicada entre los ríos Tigris y Éufrates.

a otras grandes civilizaciones de la antigüedad: Egipto y Mesopotamia.

Aunque su origen, esplendor, decadencia y final no están claros, seguramente debido en parte a que su escritura no ha sido decodificada, sí parece ser, gracias a algunos restos arqueológicos heredados, que allí hubo un desarrollo económico, tecnológico y cultural importante.

La civilización del valle del Indo levantó las primeras ciudades del subcontinente indio, donde, muy probablemente, tanto trabajo como sustento dependían fuertemente de una agricultura participada por pequeñas comunidades heredadas del Neolítico y asentadas junto al Indo y sus afluentes. En estas ciudades, la producción y la comercialización de productos tuvieron capital importancia para el desarrollo de la denominada cultura de Harappa.

“Así, Harappa¹⁴⁹, que hacia 3500 a.C. era una pequeña aldea junto al río Ravi, evolucionó hasta convertirse mil años después en una gran ciudad que se extendía sobre 150 hectáreas. En tal cambio pudieron influir las relaciones con el mundo urbano de los sumerios, en Mesopotamia, o quizás simplemente jugó un papel importante el comercio con esta zona, causa de un desarrollo económico que hizo necesarias las ciudades, como núcleos de producción y de intercambio; estas relaciones también pudieron suministrar un modelo de organización y quizás las técnicas de construcción, que tanto en el Indo como en Mesopotamia descansaban en el empleo del ladrillo de barro. Sea cual sea su origen, lo cierto es que entre 2600 y 1700 a.C. floreció en el valle del Indo una civilización técnicamente avanzada, basada en grandes ciudades que constituían el centro de un amplio territorio.”¹⁵⁰

149. Actualmente es un importante yacimiento arqueológico localizado al noroeste de Pakistán (provincia Panyab)

150. MENDOZA, J.M. (2014) La gran civilización de la India antigua. La cultura del valle del Indo. *Historia - National Geographic - España*, nº 122.

Desde el inicio de las primeras excavaciones en la zona en 1921, se han hallado cinco metrópolis, entre ellas Harappa y Mohenjo-Daro, más otras 100 ciudades más pequeñas que se extienden a lo largo del Indo. Las grandes ciudades actuaban como centros de administración y de defensa, y además desempeñaban las funciones de organización y control del comercio y de la producción artesanal, mediante gobiernos jerarquizados bajo el criterio de la dimensión.

Los ladrillo cocidos, con los que se construían las ciudades, estaban estandarizados en sus medidas, lo que permitía un ágil desarrollo urbanístico: sus habitantes contaban con pozos, tanto públicos como privados, para el servicio de aprovisionamiento de agua, y disponían de calles empedradas y de sistemas de conducción de aguas residuales. El trazado de las calles y la presencia de ciudadelas rodeadas por murallas defensivas con fines civiles y militares desvela la existencia de planes urbanísticos muy elaborados. Las actividades económicas y productivas estaban repartidas entre barrios especializados, sin desorden, regidos por un gobierno centralizado. Algunos barrios acogían talleres para la fabricación de objetos de cerámica, otros para tejedores, otros para carpinteros y talladores, y otros para objetos de bronce. Los grandes almacenes y los graneros, con armoniosa distribución en planta y puestos en fila, se construían en el exterior de la ciudad y cercanos a los ríos.

En lo jurídico y en lo concerniente al derecho de las personas, nos encontramos con una inmovilidad absoluta, equivalente a la esclavitud, en la que la persona carece de toda capacidad jurídica, por lo que en derecho no es una persona sino una cosa, siendo su característica la total y absoluta inmovilidad no solo intrageneracional sino también intergeneracional, de la que se deduce que el hijo del esclavo será siempre esclavo y que la relación clase dominante frente a clase dominada permane-

cerá inalterable. Frente a esto, existe también una inmovilidad relativa que se deriva de la metafísica hindú¹⁵¹ que estructura la sociedad en clases denominadas castas¹⁵² y con su origen en la India.

Dicha doctrina implicó que la permanencia en una determinada casta conlleva la inalterabilidad de dicha situación durante toda la vida, aunque dicha filosofía religiosa consiente una ascensión posterior a partir de la doctrina de la reencarnación que permite reencarnarse en un ser perteneciente a una casta superior a la que pertenecía en su vida anterior.

Las castas en la India son la de servidores, agricultores, artesanos y comerciantes; los militares y los nobles y los hombres de letras. A un lado se dejan a los parias a quienes no se les reconoce el alma por lo que no pueden reencarnarse y en consecuencia no tienen posibilidad de ascensión al convertirse en miembro de una casta superior.

En la práctica el resultado de dicha filosofía es que quien ha nacido en una casta, por ejemplo de servidor, permanecerá en ella toda su vida, pero si cumple con lealtad, honradez, sentido del deber y fidelidad sus funciones de servidor, al fallecer su alma se reencarnará en el cuerpo de un individuo perteneciente a una casta superior, para ello ha tenido que esperar una movilidad metafísica: la reencarnación.

151 La religión hinduista tiene como base la religión védica. Se apoya en los 4 textos más antiguos de la literatura india denominados VEDA (conocimiento). Uno de estos escritos (en sanscrito), RIG-VEDA (Veda único), se remonta hacia el año 1400 a.e.c.

152. El origen mitológico de las castas, lo encontramos en el hinduismo. Esta tradición de carácter religiosos enseña que los seres humanos fueron creados a partir de diferentes partes del cuerpo del dios BRAHMÁ (dios creador y símbolo de la evolución). Esta diferencia, en las partes que originan la creación, clasifica a los humanos en 4 castas básicas. Las castas influyen fuertemente sobre los derechos de la persona determinando su status social, condicionando sus enlaces familiares y restringiendo el tipo de trabajo que ésta puede realizar.

El planteamiento expuesto se traduce en un estilo de vida tendente a estructurar socialmente y también laboralmente a las personas considerando que el gran premio es después de la muerte y consiguiente reencarnación. Tras una vida como fiel servidor, cuando se convierta en alma del cuerpo de otra persona de casta superior.

La metafísica hindú y las castas existentes en la India dieron lugar a un estilo de vida también laboral muy pacífico y lo que ahora se llamaría sin reivindicaciones toda vez que el reconocimiento y las mejoras estaban en el más allá.

En la misma dirección, si el que ha cumplido sus deberes como patrono lo ha hecho con dignidad y honradez, al morir su alma se reencarnará en el cuerpo de un militar o noble produciéndose a su vez un ascenso. El hindú es en suma el modelo de sociedad cerrada por excelencia.

Ante esta interpretación del orden social y su puesta en práctica, resulta evidente la influencia de ésta sobre la organización del trabajo y de la producción. Por una parte, la especialización en el trabajo se vio propiciada por lo local, hasta el punto que una de las características que marcaba diferencias entre los barrios de las ciudades era la labor u oficio que desempeñaban sus habitantes, por otra, tal especialización se concentraba en miembros de las mismas familias, cuyo denominador común era la casta de pertenencia.

3.3 Entre el Tigris y el Éufrates

Siempre hay una primera vez, y nuestra tradición histórico-cultural nos dice que la primera contabilidad, la primera histo-

ria oficialmente escrita¹⁵³, la primera planificación territorial y la primera arquitectura monumental se originaron en Uruk¹⁵⁴ hacia el -3500. En la época de las Dinastías Arcaicas (-2900 a -2400), GILGAMESH, rey legendario de la primera dinastía de Uruk, construye las murallas de esta ciudad hacia el -2650. Esta monumental obra civil se extiende a lo largo de unos 10 km.

Tras una de las caídas de Uruk, hacia el año -2900, aparecen numerosas ciudades-estado independientes a orillas de los ríos Tigris y Éufrates. La unificación de estas ciudades, medio milenio después, dio origen a un primer imperio: el imperio Acadio¹⁵⁵, cuya capital Acad quizás estuviera asentada en la actual Bagdad. Un segundo imperio, el llamado Ur III (-2100 a -2000), trasladó el gobierno a la ciudad de Ur, localizada cerca de la desembocadura del Éufrates en el golfo Pérsico.

La III dinastía de Ur, protagonista de un brillantísimo periodo de la cultura sumeria en apenas un siglo, representó la última presencia sumeria en la historia mesopotámica dando paso a los semitas amorreos. Durante este breve tiempo, al sur de la actual Iraq, en relativa paz y en pleno desierto, emergió una ciudad con más de 300.000 habitantes.

Durante el periodo político que incluye los anteriores imperios, el Acadio y el de la III dinastía de Ur, existió un intenso comercio entre las civilizaciones mesopotámica y la del valle del Indo.

153. Aparición de los primeros textos escritos de la historia, en el estrato IV de la ciudad de Uruk (3300 a.e.c.) Se trata de tablillas de arcilla con un sistema de escritura pictográfico: dibujos que representan la realidad a la que se refieren.

154. El nacimiento de Uruk, datado hacia el 3750 a.e.c., parte de los enclaves de Eanna y Kullab. Se inicia el proceso de expansión territorial de la cultura de Uruk, mediante una red de colonias que se extenderá por el norte de Siria, el este de Anatolia e Irán.

155. SARGÓN de ACAD (2334-2279 a.e.c.) sentó las primeras bases para la organización de un imperio bien administrado y firmemente controlado desde la nueva capital Acad.

“Las avanzadillas de Harappa a lo largo de la costa de Makran (entre los actuales Irán y Pakistán) y en la frontera terrestre del Irán moderno indican un activo comercio con Mesopotamia, especialmente vigoroso durante el reinado de Sargón de Acad (2334-2279 a.C.). Gracias a los sellos del Indo encontrados en las excavaciones de la ciudad sumeria de Ur, en Mesopotamia, sabemos que los mercaderes de Harappa y Mohenjo-Daro comerciaban con sus colegas sumerios entre 2300 y 2000 a.C.

Desde el Indo se exportaban excedentes de grano, especialmente trigo, y quizás productos textiles. De esta época data la evidencia arqueológica del primer hilado del algodón en Mohenjo-Daro, pero no sabemos si este producto formaba parte de las exportaciones a Sumeria. La mayoría de las mercancías debían de ser pequeños objetos de lujo, como cuentas grabadas de cornalina, objetos taraceados en concha y hueso, peines de marfil y probablemente bienes que, mil años más tarde, el rey Salomón importó de la India, según refiere la Biblia: plumas de pavo real y monos. También se debían de enviar a Sumer perlas, tallas de maderas preciosas y productos de lujo importados tanto del sur de la India (quizás incluso de la costa de Malabar) como del norte, ya que hay objetos y cuentas de jadeita procedentes del Tibet.”¹⁵⁶

Sin duda, esta interacción entre culturas sirvió para favorecer el intercambio, no sólo de productos sino también de conocimientos sobre la forma de elaborarlos.

En presencia de los hallazgos que nos proporciona la Arqueología, y a pesar de no gozar de la tranquilidad que nos ofrece todo aquello que está escrito sobre la veracidad de los hechos, deducimos que la Producción en Mesopotamia y, particularmente, los sistemas productivos que allí se desarrollaron y emplearon debían mostrar todas sus posibles orientaciones y algunas técnicas de gestión.

156. MENDOZA, J.M. (2014) La gran civilización de la India antigua. La cultura del valle del Indo. *Historia - National Geographic - España*, nº 122.

En efecto, tanto agricultura como ganadería debían contar con una limitación sobre la capacidad productiva en función de los factores de producción disponibles en la zona. También, debían emplear la gestión de stocks, evaluando, aunque fuera de una forma intuitiva y derivada de la práctica en toda la cadena de suministro desde proveedor hasta cliente, tanto en los procesos de transformación técnica y modal como en el transporte, los costes de lanzamiento, los de almacenamiento y los de acondicionamiento de los bienes, hasta alcanzar un equilibrio económico entre éstos a base de un aprendizaje de prueba y error.

La actividad textil en las ciudades, con poblaciones comprendidas entre 5000 y 20000 habitantes, contaba con el apoyo de las importaciones a través del comercio con el este y, obviamente, con una fabricación autóctona. Atendiendo a las dimensiones de estos núcleos urbanos, esta actividad económica, más que realizarse de una forma artesanal, intensiva e integral, debía corresponder con un tipo de sistema productivo industrial con orientación a procesos especializados por fases. La materia prima se debía transformar en hilo crudo, el hilo en tejido teñido, el tejido en prenda estándar y la prenda en vestido con o sin adornos y bordados.

Las técnicas artísticas y artesanales se desarrollan en paralelo con los avances sociales culturales y tecnológicos. La fabricación de objetos domésticos y personales favorece la construcción de hornos más eficaces y mejores tornos para alfareros. El ser humano domina la cerámica, el vidrio y la metalurgia. Los bienes que resultan de estos avances habrían sido elaborados, probablemente, mediante sistemas productivos orientados tanto al proceso como al producto, además de la mezcla de ambas orientaciones. La aparente fabricación en masa de muchos de estos artículos de uso universal sugiere, aunque sea informalmente, la existencia de las primeras líneas de producción en

pequeños talleres, que se diluyen entre puestos de trabajo especializados bajo una distribución en planta orientada al proceso: talleres híbridos, en definitiva.

La existencia de fuertes gobiernos centralizados, ejercidos por figuras próximas a la del rey-sacerdote, además de desvelar la inevitable presencia de una potente industria en torno a la guerra y a la ingeniería de armamento, debió favorecer, sin duda, el desarrollo del urbanismo y la estandarización de técnicas y de materiales en la ingeniería de la edificación.

La arqueología nos ha permitido descubrir la fisonomía de muchos núcleos urbanos mesopotámicos, entre ellos Ur y Uruk. Las murallas que las rodean son de dimensiones imponentes lo que las convierte en el resultado de sistemas productivos de posición fija y, a la vez, en proyectos singulares. Los barrios de artesanos, mercaderes y otros oficios sugieren también una planificación urbanística para viviendas y servicios públicos como la canalización de aguas residuales y los pozos comunitarios. Los materiales empleados, como los ladrillos cocidos en hornos o secados al sol, muestran dimensiones bajo un patrón, de lo que se deduce la presencia de un alto grado de estandarización en algunos componentes. Los edificios religiosos, zigurat¹⁵⁷ (construir en alto), corresponden, claro está, a sistemas productivos de posición fija (con el consiguiente desplazamiento de todos los factores productivos hacia el producto) y las primeras construcciones fueron, obviamente, proyectos singulares. La pro-

157. Monumento con base de planta cuadrada o rectangular que evoluciona con el paso de tiempo desde una planta construida a nivel del suelo hasta la forma de alta terraza con escalonado en varios niveles (3, 4 o 7). Respondiendo a su función religiosa, en el último nivel se erigía el templo, al que se podía acceder con escaleras frontales y laterales adosadas a la fachada principal. Los materiales de construcción empleados eran: adobe secado al sol (para el núcleo), ladrillo cocido en hornos (para revestir) y ladrillo esmaltado (para el templo). La forma más común de 3 escalones evolucionó hacia complejos arquitectónicos más sofisticados y más altos.

liferación de estos edificios por toda la zona¹⁵⁸ durante 1500 años, las semejanzas entre todos ellos y la homogeneidad en los materiales de construcción, nos permite pensar en la existencia de: (1) constructores, maestros y oficiales, con una serie de artes y oficios a cargo de ellos, (2) una gestión, aunque sólo fuera intuitiva y amparada por el sentido común, de la cadena de suministro de materiales desde sus procedencias hasta el emplazamiento del monumento, (3) una industria auxiliar en torno a la fabricación de materiales y de herramientas para la construcción, y (4) una gestión de operaciones logísticas vinculada a reclutar, capacitar y mantener los recursos humanos desplegados en la zona de la instalación, aunque fuera en unas condiciones infrahumanas.

Todos estos logros en los aspectos tecnológico, organizativo y gestional contrastan con el paupérrimo pensamiento dominante en el terreno social sobre los derechos humanos y la distribución de la riqueza.

La configuración inicial se basaba en una estructura de pequeñas aldeas agrícolas y paralelamente con núcleos de pescadores. La tierra estaba dividida y los sacerdotes se reservaban el cuarto de las tierras y cedían al poder político una parte de las rentas. El resto de las tierras religiosas se repartían entre campos de subsistencia explotados directamente por los sacerdotes a través de los empleados del templo y campos de labor arrendados a colonos.

De esta forma nació un régimen feudal consistente en la cesión de bienes inmobiliarios a título hereditario a un indiviso al

158. En Babilonia (Mesopotamia sur) hay vestigios de 15 zigurats, entre ellos los de Eridu, Uruk, Ur, Larsa, Nippur, Kish, Borsippa, Sippar, Dur-Kurigalzu y Babilonia. En Asiria (Mesopotamia norte) se han excavado partes de 5 zigurats en Assur, Kalhu, Dur-Sharrukin, Kar-Tukulti-Ninurta y Qatara (Tell al-Rimah). En Irán, se han hallado los de Choga Zanbil y Tepe Sialk.

poder público a cambio de una obligación a servicio personal. Los colonos que habían recibido tierras en régimen feudal las arrendaban a terceros, y éstos a su vez las subarrendaban propiciando el minifundismo. Por su parte, los pescadores tenían un nivel económico más bajo como consecuencia de un clima no adecuado para la conservación de la pesca, la inexistencia de un comercio mínimamente organizado y de un sistema de transporte eficiente.

Las clases sociales se dividían en hombres libres y esclavos con unas diferencias muy sutiles. Las crisis, las hambres y otras contrariedades eran sufridas sin protestas aunque en ocasiones la injusticia o el abuso de poder terminó en la rebelión de los siervos. Quedó escrito, dejando constancia, la existencia de rebeliones y de huelgas aunque muy localizadas ya que por falta de sentimiento clasista no propició la presencia de conflictos serios. Lo normal era que cuando el siervo consideraba el trato opresivo en exceso, adoptara la huida como solución antes que la sublevación.



❖ 4 A ORILLAS DEL NILO

4.1 Preliminares

Para algunos autores, Egipto es el primer Estado centralizado del mundo¹⁵⁹, en el bien entendido que los egipcios fueron los primeros en pagar rigurosamente sus impuestos en el marco de un sistema tributario de al menos un nivel.

“Ya desde el IV milenio a.C., antes de la unificación del país, se recaudaban impuestos a pequeña escala, dentro de los límites geográficos de los reinos predinásticos del Alto Egipto como Abydos, Nagada e Hieracómpolis. Con la aparición de un Estado unificado en todo Egipto, en torno a 3100 a.C., los faraones crearon un sistema recaudatorio que cubría el conjunto del país, y que se apoyaba en una burocracia especializada y eficiente.”¹⁶⁰

Al igual que en los casos anteriores, el espíritu religioso informa sobre la civilización egipcia, la cual se concentra en el culto a los muertos. El exponente máximo de dicha civilización se concreta, en lo espiritual y metafísico, en las inmensas sepulturas que son las Pirámides, mientras que en el aspecto social se conjugan unos elementos variables y otros constantes.

Entre los elementos variables se encuentran: (1) la densidad de la población con grandes vacíos entre las ciudades; (2) la distribución de la población con carácter irregular, agrupándose en el Delta del Nilo y en el Valle por ser tierras fértilles; (3) la presencia de extranjeros atraídos por la fertilidad del Nilo, tanto conquistadores como los Nubios y los Libios como esclavos

159. PARRA, J.M. (2011) *La historia empieza en Egipto*. Crítica, Barcelona.

160. PARRA, J.M. (2013) El pago de los impuestos en el Antiguo Egipto. *Historia - National Geographic - España* nº 114.

conquistados en derecho de guerra y que eran trasladados a Egipto para construir templos y Pirámides; (4) el régimen de tierras, que fue variando según las condiciones socio-políticas y del que tenemos documentado la existencia de una tierra real propiedad del Faraón y una tierra de los templos regentada por los sacerdotes; (5) el estatuto del trabajador con dos grupos diferenciados dentro de la población laboral: servidumbres y propiedad personal de los señores; y (6) la esclavitud, en una forma que no representaba la perdida de los derechos, como ocurrió en Roma, ni tampoco la renuncia a la ascensión social sino que existió la emancipación y la tolerancia en la huida, formas ambas de extinguir la esclavitud.

Y entre los elementos constantes más significativos tenemos: (1) el predominio de la agricultura como una de las principales actividades económicas apoyada en la especial regulación natural del Nilo y (2) el estancamiento técnico-civil consecuencia del individualismo de los grupos diseminados a lo largo del curso del Nilo y la ineficacia de las medidas que arbitró la economía egipcia para hacer frente a los desbordamientos periódicos del río, al estatismo faraónico y a la honda religiosidad del país.

Las actividades económicas y productivas afectan tanto a bienes como a servicios y ocupan todos los sectores tradicionales.

4.2 Agricultores y ganaderos

La agricultura como una de las fuentes más importantes de la Economía estaba bajo el control del sistema tributario. Los agentes fiscales del faraón, en función de las subidas del Nilo y de la productividad de los campos inundados, podían determinar el impuesto exigido a los campesinos que correspondía a una parte de la recolección.

“A partir de esta información se podía calcular, al menos en teoría, las aruras de terreno (cada arura equivalía a 0,279 hectáreas) que ese año quedarían irrigadas y plantadas. Como se conocía la productividad aproximada de los campos –unos 10 granos por cada grano plantado más o menos, dependiendo del cultivo–, los diligentes escribas del faraón sabían qué cantidad podían exigir a los campesinos.”¹⁶¹

En la época Saíta¹⁶² (-664 a -525), el impuesto exigido a los campesinos era el 20 por ciento¹⁶³: la quinta parte de la cosecha.

Dicha fracción, la quinta parte de la cosecha como tributo, nos evoca la narración en la que se preserva, en época de abundancia y bajo la mano del faraón, el trigo resultante de la quinta parte de la tierra sembrada, con el fin de emplearlo en época de hambruna.

“He aquí vienen siete años de gran abundancia en toda la tierra de Egipto. Y tras ellos seguirán siete años de hambre; y toda la abundancia será olvidada en la tierra de Egipto, y el hambre consumirá la tierra. Y aquella abundancia no se echará de ver, a causa del hambre siguiente la cual será gravísima. Y el suceder el sueño a Faraón dos veces, significa que la cosa es firme de parte de Dios, y que Dios se apresura a hacerla. Por tanto, provéase ahora Faraón de un varón prudente y sabio, y póngalo sobre la tierra de Egipto.

Haga esto Faraón, y ponga gobernadores sobre el país, y quinte la tierra de Egipto en los siete años de la abundancia. Y junten toda la provisión de estos buenos años que vienen, y recojan el trigo bajo la mano de Faraón para mantenimiento de las ciudades; y guárdenlo. Y esté aquella provisión en depósito para el país, para los siete años de hambre que habrá en la tierra de Egipto; y el país no perecerá de hambre.

161. PARRA, J.M. (2013) El pago de los impuestos en el Antiguo Egipto. *Historia - National Geographic - España* nº 114.

162. Dinastía XXVI, la capital del estado se establece en SAIS (SAU).

163. PARRA, J.M. (2013) El pago de los impuestos en el Antiguo Egipto. *Historia - National Geographic - España* nº 114.

El asunto pareció bien a Faraón y a sus siervos, y dijo Faraón a sus siervos: ¿Acaso hallaremos a otro hombre como éste, en quien esté el espíritu de Dios?

Y dijo Faraón a José: Pues que Dios te ha hecho saber todo esto, no hay entendido ni sabio como tú.

Tú estarás sobre mi casa, y por tu palabra se gobernará todo mi pueblo; solamente en el trono seré yo mayor que tú.

Dijo además Faraón a José: He aquí yo te he puesto sobre toda la tierra de Egipto.”

(LA BIBLIA - *Génesis 41, 29-41*)

Obviamente, esta recaudación en especie tendría al menos dos fines: (1) la exportación y (2) el almacenamiento de grano destinado al consumo interno.

Mientras que el consumo de trigo se podría considerar constante a corto y medio plazo, como consecuencia de una población más o menos estable en la zona, la producción de grano presentaba una fuerte estacionalidad. Así que, para ajustar una demanda constante con una producción variable, se debió regular oferta mediante la gestión de stocks.

Aparte de una motivación de carácter especulativo, que probablemente debió existir, el stock de grano recaudado por el estado correspondía a un stock de equilibrado. Éste era un stock de anticipación, tanto a corto como a medio plazo, pues respondía, más allá de los sueños, a unos acontecimientos previsibles, por lo menos anualmente. Era, a la vez, un stock de acoplamiento y de ciclo debido a la fuerte e inevitable estacionalidad de la producción. Y, por supuesto, pudo llegar a servir como un stock de amortiguación ante leves fluctuaciones de la demanda derivadas de la celebración de algunos festejos.

La actividad ganadera tampoco estaba libre de impuestos. Inicialmente, el soberano y una corte recorrían el valle del Nilo, con periodicidad bianual, para dejarse ver por sus súbditos y hacer la recaudación de los impuestos en función de los resultados contables obtenidos a partir de una ceremonia llamada “*el recuento del ganado*”.

“Aprovechando la presencia del soberano, los encargados de llenar las arcas del Tesoro –integrados en un departamento que existía al menos desde la dinastía I– organizaban en cada localidad ceremonias de recaudación, denominadas «el recuento del ganado». Su relevancia era tal que se llevaba la cuenta para cada reinado y servían de referencia cronológica. Pero durante el Imperio Antiguo la corte se sedentarizó y la recaudación fue tomando carácter anual, a la vez que dejaba de estar vinculada al viaje periódico del faraón por el Nilo.”¹⁶⁴

Algunos relieves de las mastabas del Imperio Antiguo nos muestran a unos funcionarios (escribas) tomando declaración a campesinos arrodillados y sujetos, por la fuerza, por otros funcionarios (armados) con actitud amenazante; esto nos sugiere una recaudación acompañada de violencia y coerción.

4.3 Mineros y constructores

La minería, orientada fundamentalmente a la extracción de metales y a la explotación de las canteras, también constituyó una importante actividad económica, siendo fuente de otra no menos importante actividad productiva, vinculada a la ingeniería de edificación: la construcción de templos y pirámides, alrededor de la cual debieron girar una intensa industria de herramientas, una avanzada artesanía decorativa y un notable

164. PARRA, J.M. (2013) El pago de los impuestos en el Antiguo Egipto. *Historia - National Geographic - España* nº 114.

despliegue de operaciones logísticas dedicadas a la asistencia y a la preparación de las obras finales, tal como escribe HERÓDOTO DE HALICARNASO¹⁶⁵ refiriéndose a los preliminares de la construcción de la Gran Pirámide de Gizeh¹⁶⁶.

"Hasta el reinado de Rampsinito, según los sacerdotes, vióse florecer en Egipto la justicia, permaneciendo las leyes en su vigor y viviendo la nación en el seno de la abundancia y prosperidad; pero Quéope, que le sucedió en el trono, echó a perder un Estado tan floreciente.

Primeramente, cerrando los templos, prohibió a los Egipcios sus acostumbrados sacrificios; ordenó después que todos trabajasen por cuenta del público, llevando unos hasta el Nilo la piedra cortada en el monte de Arabia, y encargándose otros de pasarla en sus barcas por el río y de traspasarla al otro monte que llaman de Libia. En esta fatiga ocupaba de continuo hasta 3.000 hombres, a los cuales de tres en tres meses iba relevando, y solo en construir el camino para conducir dicha piedra de sillería, hizo penar y afanar a su pueblo durante diez años enteros; lo que no debe extrañarse, pues este camino, si no me engaño, es obra poco o nada inferior a la pirámide misma que preparaba de cinco estadios de largo, diez orgías de ancho y ocho de alto en su mayor elevación, y construido de piedra, no sólo labrada, sino esculpida además con figuras de varios animales. Y en los diez años de fatiga empleados en la construcción del camino, no se incluye el tiempo invertido en preparar el terreno del collado donde las pirámides debían levantarse, y en fabricar un edificio subterráneo que sirviese para sepulcro real, situado en una isla formada por una acequia que del Nilo se deriva. En cuanto a la pirámide, se gastaron en su construcción 20 años: es una fábrica cuadrada de ocho pletros de largo en cada uno de sus lados, y otros tantos de altura, de piedra labrada y

165 HERÓDOTO, padre de la Historiografía, nace en HALICARNASO hacia el año 485 a.e.c.. Es educado en la tradición jonia de clase aristocrática. En 499 a.e.c. es desterrado y comienza una larga etapa de viajes por la isla de Samos, Persia, Susa, Babilonia, Egipto, Atenas y Magna Grecia. Sus escritos influyen en nuestra cultura occidental a través de obras clásicas griegas, romanas, bizantinas o medievales, que van desde TUCÍDIDES hasta GREGORIO DE TOURS. Hacia el año 425 a.e.c., muere en TURIOS.

166. Construida bajo la dirección del alto funcionario HEM-IUNU para el faraón KEOPS (JUFU).

*ajustada perfectamente, y construida de piezas tan grandes, que ninguna baja de 30 pies.*¹⁶⁷

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe CXXIV*)

Ante estas monumentales obras, de nuevo nos encontramos con proyectos singulares y en el marco de los sistemas productivos de posición fija, donde se hacía imprescindible el dominio de ciertas técnicas de construcción.

"La pirámide fue edificándose de modo que en ella quedasen unas gradas o poyos que algunos llaman escalas y otros altares.

Hecha así desde el principio la parte inferior, iban levantándose y subiendo las piedras, ya labradas, con cierta máquina formada de maderos cortos que, alzándolas desde el suelo, las ponía en el primer orden de gradas, desde el cual con otra máquina que en él tenían prevenida las subían al segundo orden, donde las cargaban sobre otra máquina semejante, prosiguiendo así en subirlas, pues parece que cuantos eran los órdenes de gradas, tantas eran en número las máquinas, o quizás no siendo más que una fácilmente transportable, la irían mudando de grada en grada, cada vez que la descargasen de la piedra; que bueno es dar de todo diversas explicaciones. Así es que la fachada empezó a pulirse por arriba, bajando después consecutivamente, de modo que la parte inferior, que estribaba en el mismo suelo, fue la posterreña en recibir la última mano.[...]"¹⁶⁸

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe CXXV*)

Además del componente tecnológico, tales proyectos requerían el concurso combinado de la dirección y el control de operaciones de ejecución de obra y de recursos humanos, además de una logística destinada al sustento de los obreros.

167. HERÓDOTO DE HALICARNASO (hacia 440 a.e.c.) *Los nueve libros de la Historia - Libro Segundo – Euterpe*. elaleph.com, 2000. Traducción al español de BARTOLOMÉ Pou (1727-1802).

168. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

[...] En la pirámide está notado con letras egipcias cuánto se gastó en rábanos, en cebollas y en ajos para el consumo de peones y oficiales; y me acuerdo muy bien que al leérmelo el intérprete me dijo que la cuenta ascendía a 4.600 talentos de plata. Y si esto es así, ¿a cuánto diremos que subiría el gasto de herramientas para trabajar, y de víveres y vestidos para los obreros, y más teniendo en cuenta, no sólo el tiempo mencionado que gastaron en la fábrica de tales obras, sino también aquel, y a mi entender debió ser muy largo, que emplearían así en cortar la piedra como en abrir la excavación subterránea?”¹⁶⁹

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe CXXV*)

Atendiendo a la huella arqueológica que nos ha sido legada, esta actividad económico-productiva alcanza su máxima representación bajo los reinados de KEOPS (JUFU) y de KEFRÉN (JAFRA), dentro del período político conocido como IV dinastía del Imperio Antiguo (c. -2630 a -2500). Durante dichos mandatos, no resulta difícil deducir que miseria y opresión estaban presentes en la vida y en las condiciones laborales de los obreros.

“Muerto Quéope después de un reinado de cincuenta años, según referían, dejó por sucesor de la corona a su hermano Quefren, semejante a él en su conducta y gobierno. Una de las cosas en que pretendió imitar al difunto, fue en querer levantar una pirámide, como en efecto la levantó, pero no tal que llegase en su magnitud a la de su hermano, de lo que yo mismo me cercioré habiéndolas medido entrambas. [...]”¹⁷⁰

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe CXXVII*)

“Estos dos reinados completan los 106 años en que dicen los Egipcios haber vivido en total miseria y opresión, sin que los tem-

169. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Ibidem*.

170. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

plos por tanto tiempo cerrados se les abrieran una sola vez. Tanto es el odio que conservan todavía contra los dos reyes, que ni acordarse quieren de su nombre por lo general [...]”¹⁷¹

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe CXXVIII*)

La actividad minera también respondía a una refinada organización difícil de mantener en el marco de un estado tolerante. La jerarquía, en varios niveles, formaba parte tanto de la estructura organizativa formal de los recursos humanos como de las operaciones productivas y logísticas bajo un esquema de planificación jerarquizada y agregada.

“La explotación de las minas estaba cuidadosamente organizada. Ante todo, un equipo de sementiu, es decir, de prospectores especializados, capitaneados por un director y acompañados por un escriba, recorría el desierto en busca de lugares para extraer el oro. Una vez localizados, informaban a su superior en Nubia, el cual debía cerciorarse de que el lugar era accesible, la calidad del oro era aceptable, y había suficiente agua para abastecer a animales y hombres así como para las labores de lavado del oro. Si todo era favorable, se emitía un informe que se mandaba a la corte para que ésta lo aprobase y se emprendieran los preparativos para la expedición.

En la corte se reunía entonces a los obreros especializados, que llevaban consigo sus herramientas, y otros cargos de responsabilidad, como los «encargados del oro» y los «escribas contadores de oro», que debían pesar y registrar el metal hallado, y los «encargados de los trabajadores de oro», los funcionarios que tenían que supervisar a los mineros. Los carros tirados por asnos recorrían la ruta del desierto a través de los oasis en lugar de hacerlo por el Nilo. Mientras tanto, en Nubia se reclutaba a las cuadrillas de trabajadores que harían el trabajo más duro.”¹⁷²

171. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

172. CASTEL, N. (2013) NUBIA. El país del oro. *Historia - National Geographic - España* nº 120.

En el país del Oro, NUBIA, este despliegue de prácticas organizativas sobre la división del trabajo contrasta con las condiciones laborales de las personas implicadas en este sistema productivo de posición fija que llamamos minería.

Como describe AGATÁRQUIDES DE CNIDO (s.-II) en su obra *En el mar de Eritrea*, recopilada posteriormente por DIODORO SÍCULO (s.-I) en el Libro III de *Biblioteca Histórica*, el reclutamiento de los obreros se debía hacer masivamente entre prisioneros de guerra y otros detenidos por razones justas o no. Éstos extraían el oro bajo vigilancia, con cadenas y sin descanso.

"En los confines de Egipto y también en el territorio adyacente de Arabia y Etiopía se encuentra una región que posee las más grandes minas de oro, de donde mucho oro es extraído a la superficie con gran sufrimiento y coste. Aunque la tierra es negra por naturaleza, contiene filones y venas de roca blanca distinguida por su brillo, que sobrepasa el de todas las rocas que por naturaleza brillan. Aquel que dirige el trabajo de las minas extrae el oro por medio de una multitud de trabajadores que los reyes de Egipto reclutan y esclavizan como mineros del oro entre los que han cometido crímenes, los prisioneros de guerra, aunque también entre aquellos que fueron detenidos por acusaciones injustas y condenados a prisión. De una y otra forma los reyes, al mismo tiempo, castigan a aquellos que han sido condenados y obtienen grandes beneficios de sus trabajos."

Aquellos que han sido entregados, siempre en gran número, cada uno provisto de cadenas, se ocupan de su trabajo sin cesar, durante el día y toda la noche sin recibir ningún descanso, cuidadosamente custodiados para evitar cualquier intento de fuga. Guarniciones de soldados extranjeros que hablan lenguas diferentes a las suyas se encargan de ellos, para que así nadie pueda mantener conversación o algún tipo de comunicación amistosa que estropie de ninguna forma la vigilancia sobre ellos. Después de consumir la mayor parte de la dureza del filón aurífero con un gran fuego que lo hace friable, comienza el proceso de producción manual.

Miles de desafortunadas criaturas aplastan con martillos de piedra la roca que ha sido resquebrajada por el fuego, lo que permite continuar trabajándola con moderado esfuerzo. El trabajador que ensaya el mineral es el encargado de las operaciones de extracción y dicta instrucciones a los trabajadores. De entre los hombres que fueron seleccionados para este infortunio, aquellos individuos de excepcional dureza física rompen la roca de cuarzo con martillos de hierro, aplicando en su trabajo no la habilidad, sino la fuerza, no para cortar túneles a través de la roca en una estrecha línea, sino en esta roca brillante. Estos hombres, entonces, consumiendo su tiempo en la oscuridad en medio de los laberintos y giros de las galerías, llevan lámparas fijadas sobre sus cabezas, y después adoptan posiciones de sus cuerpos según el carácter específico de la vena, arrojando al suelo de la galería los fragmentos de la roca que han extraído. Y se cuidan de realizar este trabajo incesantemente bajo la dura supervisión a golpes de un jefe.

Los jóvenes que no han alcanzado la pubertad se arrastran a través de los túneles hacia las galerías abiertas en la roca y con gran esfuerzo recogen el mineral para llevarlo de regreso al exterior de la mina al aire libre. Entonces, aquellos hombres de más de 30 años, dividen en porciones la roca extraída por estos jóvenes, colocándola en morteros de piedra golpeándola con mazos de hierro hasta que es reducida a un tamaño menor que las semillas. Las mujeres y los ancianos reciben el polvo de roca de estos hombres, y lo colocan en una serie de molinos. Comenzando con sus manos juntas en grupos de dos o tres, lo muelen hasta que su porción ha sido reducida a la textura de una fina harina. Y como nadie de ellos tiene los medios para cuidar sus necesitados cuerpos o cubrirlos con vestidos, nadie puede ver más que miserables trabajadores y así no pueden sentir sus grandes sufrimientos. No hay ninguna compasión en su corta existencia: nada para el dolorido, nada para el maltratado, nada para el anciano, nada para la mujer en su débil condición. Todos son forzados por golpes a perseverar en sus trabajos hasta que, debido a su pobre cuidado, estos mueren en medio de sus sufrimientos. Como resultado de la excesiva naturaleza de sus torturas, los miserables trabajadores ven que su futuro será siempre más duro que el presente, y en este se ve más oportuna la muerte que la vida.

En la etapa final, obreros cualificados, recogiendo esta fina arena, dan por terminado el proceso. Para tratar este material lo colocan en una artesa de madera que está ligeramente inclinada y vierten agua sobre ella. Este flujo de agua disuelve la materia terrosa que circula hacia abajo sobre la tabla mientras

*que el material que contiene el oro permanece sobre la madera debido a su peso. Después de realizar esto varias veces, entonces lo recogen cuidadosamente con sus manos, frotándolo ligeramente con unas esponjas para eliminar el polvo y el material terroso hasta dejar solamente el oro puro. Finalmente, otros obreros cualificados recogen este producto y lo colocan en crisoles de arcilla de medidas y pesos determinados. Lo mezclan con una pieza de plomo para proporcionar la masa, granos gruesos de sal, un trozo de estaño y salvado de cebada. Los cierran con una tapa cubriendolos cuidadosamente con barro, cociéndolos en un horno durante cinco días y noches sin interrupción. Una vez enfriado no se encuentra nada de los otros materiales en los crisoles y recuperan el oro puro con muy pequeñas cantidades de escorias.*¹⁷³

(DIODORO SÍCULO. *Biblioteca Histórica - Libro III*, 12-13).

El relato anterior da clara cuenta de las precarias condiciones laborales de los obreros de la época y desvela unos amplios conocimientos de minería aurífera y de gestión del trabajo mediante su división y especialización por procesos productivos en etapas. En efecto, unos golpeaban a martillo la roca resquebrajada por el fuego, otros se sumergían en laberintos, los más jóvenes se arrastraban a través de túneles sacando el mineral al aire libre, los mayores de 30 años trituraban las piedras extraídas hasta reducirlas al tamaño de las semillas, mujeres y ancianos (en grupos de dos o tres) colocaban el triturado en molinos consiguiendo una molienda con la textura de la harina, obreros

173. MATÍAS RODRIGUEZ, R. (2006) La minería aurífera romana del Noroeste de Hispania: Ingeniería minera y gestión de las explotaciones auríferas romanas en la Sierra del Teleno (León-España). Actas ISBN: 84-9718-132-8 pp.213-263. *Nuevos elementos de ingeniería romana : III Congreso de las Obras Públicas Romanas*, Astorga.

cualificados separaban (con una artesa y agua) las pepitas con oro de la tierra y las frotaban con una esponja hasta conseguir pepitas limpias, y otros obreros cualificados daban a las pepitas tratamientos metalúrgicos similares a la copelación y a la tostación para eliminar las impurezas.

4.4 Al servicio de la vida y de la muerte

En cuanto a los servicios, además de los urbanos propios de todo imperio, de los cuales hablaremos en otra ocasión, la civilización egipcia muestra una especial predilección por aquéllos relacionados con dos temas obsesivos y permanentes en toda su cultura: la preservación de la vida (de algunos) y el culto a la muerte (de casi todos).

Es meritorio el desarrollo de la Medicina por ramas, dando lugar a especialistas tanto en dolencias leves como en enfermedades graves.

“Reparten en tantos ramos la medicina, que cada enfermedad tiene su médico aparte, y nunca basta uno solo para diversas dolencias. Hierve en médicos el Egipto: médicos hay para los ojos, médicos para la cabeza, para las muelas, para el vientre; médicos, en fin, para los achaques ocultos.”¹⁷⁴

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe LXXXIV*)

La esperanza de vida de los egipcios era breve, unos 39 años para los hombres y 35 para las mujeres. La idea de que la enfermedad era fruto de la invasión de seres extraños puede explicar en parte esa visión que tenían sobre la medicina como una combinación de ciencia y magia. Este hecho supone que los conceptos enfermedad y curación debían tener una base

174. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

mitológica, de forma que, al creer que los dioses y los órganos corporales mantenían una estrecha relación a veces biunívoca, la cura de cualquier enfermedad debía pasar obligatoriamente por rezos, cánticos y súplicas de los médicos-magos hacia la divinidad antes de proceder a cualquier tratamiento curativo con base científica.

“El médico, pues, recurría a la ciencia y le añadía elementos rituales –desde invocaciones mágicas hasta el empleo de talismanes o amuletos– para lograr la curación. En Egipto convivían sin estridencias el tratamiento farmacológico con el rito y la plegaria mágica, complementándose mutuamente. Así lo vemos en algunas recetas médicas, como en un remedio del Papiro Ebers que contiene un encantamiento para eliminar el «exceso de agua en los ojos». Para ello se invocaba a los dioses Horus y Atum, y la súplica dirigida a ellos se recitaba sobre mineral de cobre (malaquita), miel y una planta de la familia del papiro.

Junto al mito, el otro pilar de la medicina egipcia fue la enorme experiencia práctica debida a la observación de los enfermos y la enfermedad.[...]"¹⁷⁵

La industria farmacéutica debió ser importante en el momento en que la medicina dejó de ser exclusiva de soberanos, cortes y sacerdotes. Además, la intensa experimentación con fármacos y la observación de sus efectos sobre enfermos permitieron los avances de la curación de enfermedades en Egipto.

El culto a los muertos que impregna la cultura egipcia se manifiesta en las actividades funerarias. Dicho servicio, que alcanzó un gran desarrollo y una notable presencia, se tradujo en una serie de oficios funerarios privilegiados. Embalsamadores, escribas, carpinteros, pintores, ceramistas, maestros de ceremonias,

175. JUANEDA-MAGDALENA, M. (2012) La medicina en Egipto. *Historia - National Geographic - España* nº 103.

nias y plañideras fueron oficios en el marco de un conjunto de actividades productivas vinculadas con la muerte.

Los servicios funerarios destinados a las personas tenían distintas modalidades: tres según el relato de HERÓDOTO. Éstos se cerraban bajo un contrato que dependía de las tareas de embalsamamiento a realizar sobre el cuerpo del difunto y de los materiales que se empleaban durante el proceso.

"Allí tienen oficiales especialmente destinados a ejercer el arte de embalsamar, los cuales, apenas es llevado a su casa algún cadáver, presentan desde luego a los conductores unas figuras de madera, modelos de su arte, las cuales con sus colores remedan al vivo un cadáver embalsamado. La más primorosa de estas figuras, dicen ellos mismos, es la de un sujeto cuyo nombre no me atrevo ni juzgo lícito publicar. Enseñan después otra figura inferior en mérito y menos costosa, y por fin otra tercera más barata y ordinaria, preguntando de qué modo y conforme a qué modelo desean se les adobe el muerto; y después de entrar en ajuste y cerrado el contrato, se retiran los conductores. Entonces, quedando a solas los artesanos en su oficina, ejecutan en esta forma el adobo de primera clase. Vuelven entonces los parientes por el muerto, toman su momia, y la encierran en un nicho o caja de madera, cuya parte exterior tiene la forma y apariencia de un cuerpo humano, y así guardada la depositan en un aposentillo, colocándola en pie y arrimada a la pared. He aquí el modo más exquisito de embalsamar los muertos. [...]

Otra es la forma con que preparan el cadáver los que, contentos con la medianía, no gustan de tanto lujo y primor en este punto. [...]

*El tercer método de adobo, de que suelen echar mano los que tienen menos recursos, se deduce a limpiar las tripas del muerto a fuerza de lavativas, y adobar el cadáver durante los setenta días prefijados, restituyéndole después al que lo trajo para que lo vuelva a su casa."*¹⁷⁶

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe LXXXVI - LXXXVIII)*

176. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

Cabe señalar que los servicios funerarios no se limitaban a las personas. Los animales domésticos, que abundaban en Egipto, especialmente los gatos, eran objeto también de la prestación de dichos servicios. Nos sorprende la extremada organización que llegó a tener esta actividad económica en Egipto cuando HERÓDOTO relata que existían destinos bien determinados para dar sepultura a los animales en función de su especie.

“Los gatos después de muertos son llevados a sus casillas sagradas; y adobados en ellas con sal, van a recibir sepultura en la ciudad de Bubastis. Las perras son enterradas en sagrado en su respectiva ciudad, y del mismo modo se sepulta a los icneumones. Las migalas y gavilanes son llevados a enterrar en la ciudad de Butona, las ibis a la de Hermópolis; pero a los osos, raros en Egipto, y a los lobos, no mucho mayores que las zorras en aquel país, se los entierra allí mismo donde se les encuentra muertos y tendidos.”¹⁷⁷

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe LXVII*)

En este punto parece oportuno reflexionar sobre la importancia que tienen las creencias de los seres humanos sobre la puesta en práctica y el desarrollo de nuevas actividades económicas y productivas. Pensamos que fue el ideario, que sobre la inmortalidad del alma de los hombres desarrollaron los egipcios, el que generó una actividad económica sin precedentes en intensidad alrededor de la muerte.

“Si alguno hubiere a quien se hagan creibles esas fábulas egipcias, sea enhorabuena, pues no salgo fiador de lo que cuento, y sólo me propongo por lo general escribir lo que otros me referían. Vuelvo a los Egipcios, quienes creen que Cérés y Dioniso son los árbitros y dueños del infierno; y ellos asimismo dijeron los primeros que era inmortal el alma de los hombres, la cual, al morir el cuerpo humano, va entrando y pasando de uno en otro cuerpo de animal que entonces vaya formándose, hasta que recorrida la serie de toda

177. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

especie de vivientes terrestres, marinos y volátiles, que recorre en un período de 3.000 años,

torna a entrar por fin en un cuerpo humano que esté ya para nacer. Y es singular que no falten ciertos Griegos, cuál más pronto, cuál más tarde, que adoptando esta invención se la hayan apropiado, cual si fueran ellos los autores de tal sistema, y aunque sé quiénes son, quiero hacerles el honor de no nombrarlos”

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Euterpe CXXIII*)

La creencia en una reencarnación del alma humana en un cuerpo humano, cíclica y cada 3 milenios, tras un recorrido secuencial de ésta por todas las especies vivientes, quizás podría explicar algunas costumbres que delatan una profunda obsesión por burlar a la muerte.



❖ 5 EN TIERRA DE TITANES

5.1 Preliminares

Así como la historia de la civilización egipcia estuvo condicionada por el río Nilo, la historia, la producción y el trabajo en Grecia estuvieron sujetos a una especial geografía que marcó su desarrollo económico.

La *Hélade* genuina ocupaba un territorio similar al de la actual Grecia, no obstante, para entender el mundo helénico, es preciso completar su núcleo con la periferia formada por la Asia Menor del Egeo, las costas jónicas del sur de Italia y la isla de Sicilia. La Grecia continental está constituida por una cadena de montañas que se prolonga en el Egeo de manera intermitente dando lugar a multitud de islas.

Llanuras pequeñas, cerradas por montañas que dificultan enormemente el tránsito hacia el interior, frío en las montañas y exclusivamente el clima benigno en las costas durante el invierno, ya que durante el verano se alcanzan los 40 grados. De mayo a septiembre no llueve casi nunca por lo que los cultivos deben ser de raíces profundas.

La tierra en general pobre, los cultivos escasos: algo de trigo y de cebada; teniendo más importancia la vid, el olivo, la higuera y los agrios. En la ganadería encontramos vacas, el caballo como animal de lujo reservado para la guerra, siendo animales típicos de la primitiva Grecia, la cabra y la oveja.

El subsuelo con importantes yacimientos de mármol que se agotaron. Los metales como el cobre, el estaño y el hierro eran

escasos. Los metales preciosos, algo más abundantes, también se agotaron. Estas circunstancias: escasez de tierras fértiles, sobrepoblación, con pocas posibilidades en tierra firme, y el mar como elemento unificador, son factores que pueden explicar la vocación del antiguo pueblo griego al comercio a través del mar, fundando prósperas colonias a lo largo del Mediterráneo.

En este ambiente pobre, nos preguntamos ¿qué actividades de producción económica desarrollaron los helenos y en qué se distinguieron de otros pueblos? ¿cuáles eran las ocupaciones laborales más usuales? y ¿cómo era el trabajador de Hélade? La respuesta no es única y debe encontrarse, con notables diferencias entre sí, en la que resulta de los distintos períodos en que se divide el desarrollo de la civilización griega.

5.2 De minoicos, micénicos y otros griegos antiguos

La desintegración de la civilización Micénica¹⁷⁸ (-1600 a -1150), posterior a la Minoica¹⁷⁹ (-2000 a -1500), da lugar a la proliferación y consolidación de las polis griegas durante un período, el de transición de la Edad de Bronce a la Edad de Hierro en el Mediterráneo, que se caracteriza por guerras y destrucción. Algunas fortalezas como Argos, Micenas y Tirinto, que según el mito habían participado en la conquista de la legendaria Troya, quedaron sepultadas y borradas durante un tiempo de la historia. Los hallazgos arqueológicos en el palacio de Cnosos¹⁸⁰ de ARTHUR EVANS (1900) y las anteriores excavaciones de HEIN-

178. Da el nombre a esta civilización la ciudad de Micenas en la Península del Peloponeso. La civilización fue descubierta por Heinrich Schliemann quien dirigió las excavaciones de Micenas iniciadas en 1874 y, posteriormente, las de Tirinto en 1886.

179. En 1900, Arthur Evans inicia las excavaciones de las ruinas del palacio de Cnosos en la isla de Creta. Los hallazgos muestran una civilización refinada y rica a la que se ha dado el nombre de cultura Minoica en honor al Rey Minos.

180. MOVELLÁN LUIS, M. (2012) Creta. El descubrimiento de Cnosos. *Historia - National Geographic - España* nº 105.

RICH SCHLIEMANN en Troya (1870), Micenas (1874) y Tirinto (1886), demuestran el alto grado de refinamiento cultural de unas civilizaciones que, desde principios del siglo -XX y durante más de 800 años, se desarrollaron en las tierras bañadas por el Egeo. Los relatos de Homero pasaban del mito a la historia a través de la Arqueología.

Territorios como la isla de Creta y las penínsulas del Peloponéso y de Anatolia acogen estas civilizaciones, aunque sus brillos están sujetos a distintos momentos de la historia. Las réplicas de diversos objetos hallados en excavaciones con distinto emplazamiento, o, incluso, la extraordinaria semejanza que hay entre utensilios, recipientes, vasijas, motivos y adornos estéticos, demuestra la existencia de un intenso intercambio cultural en toda la zona asistido por el comercio marítimo.

La industria naval no sólo debió estar orientada al Comercio a través del mar (Sección G CIIU), sino también a actividades de producción económica vinculadas a la guerra y a la defensa (Sección O CIIU). Estas últimas actividades alcanzaron un notable desarrollo durante el periodo Minoico, siendo el rey MINOS, según TUCÍDIDES (-460 a -398), el primero en poseer una escuadra, convirtiéndose con ella en el amo del “mar de Grecia” tras la conquista y posterior colonización de las Cícladas. Con Minos, las zonas costeras gozaron de un periodo de paz y prosperidad comercial.

“Minos, el más antiguo de todos aquellos que hemos oído, construyó armada con la que se apoderó de la mayor parte del mar de Grecia que ahora es, señoreó las islas llamadas Cícladas, y fue el que primero las hizo habitar, fundando en ellas muchas poblaciones, expulsando a los cares, y nombrando príncipes y señores de ellas a sus hijos, a quienes las dejó después de su muerte.[...]

[...] Pero cuando el rey Minos dominó la mar, pudieron mejor navegar unos y otros: y echados los corsarios y ladrones de las is-

*las, pobló muchas de ellas. Los hombres que moraban cerca de la mar, comerciando, vivían más seguramente: y entre ellos algunos más enriquecidos que los otros cercaron las ciudades de muros: los menores deseando ganar, servían de su grado a los mayores, y los más poderosos que tenían hacienda sujetaron a los menores.*¹⁸¹

(TUCÍDIDES. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Libro Primero - I)

También en el periodo Micénico, la riqueza que ofrecía el comercio marítimo propició de nuevo el desarrollo de una industria naval y el avance en diversas técnicas de construcción portuaria, con muelles y refugios para las naves, así como zonas destinadas a su construcción y reparación. Además, en este entorno, surgieron oficios especializados orientados a elaborar el aparejo de los buques: palos, vergas, jarcias, remos y velas, entre otros elementos.

*[...] Pero cuando subamos a la ciudad... a ésta la rodea una elevada muralla; hay un hermoso puerto a ambos lados de la ciudad y es estrecha la entrada, y las curvadas naves son arrastradas por el camino, pues todos ellos tienen refugios para sus naves. También tienen en torno al hermoso templo de Poseidón el ágora construida con piedras gigantescas que hunden sus raíces en la tierra. Aquí se ocupan los hombres de los aparejos de sus negras naves, cables y velas, y aquí afilan sus remos. Pues los feacios no se ocupan de arco y carcaj, sino de mástiles y remos, y de proporcionadas naves con las que recorren orgullosos el canoso mar.*¹⁸²

(HOMERO. *La Odisea*. Canto VI: Odiseo y Nausícaa)

Tanto en el periodo Minoico como en el Micénico, Grecia no puede ser considerada aún una civilización unificada: estamos

181. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Traducción de DIEGO GRACIÁN DE ALDERETE (1494-1584).

182. HOMERO (VIII a.e.c.) *La Odisea*. Colección Biblioteca Clásica- Libros en Red, 2003 (www.librosenred.com).

ante una serie de culturas (llámense civilizaciones) importantes e intermitentes, con sus particularidades, vinculadas a ciudades casi-estado que interaccionaban entre sí a través del comercio. Nos preguntamos aquí: ¿qué sucedió entonces para que estos pequeños reinos se convirtieran en una federación de estados en algún momento de la historia?

TUCÍDIDES, en su *Historia de la Guerra del Peloponeso*¹⁸³, en los inicios de su relato, advierte la ausencia de un sentimiento de comunidad entre los primeros (más tarde llamados) griegos, no teniendo éstos un gentilicio común antes de la Guerra de Troya.

“Manifiéstase bien la flaqueza y poco poder que entonces tenían los griegos, en que antes de la guerra de Troya, no había hecho la Grecia hazaña alguna en común, ni tampoco me parece que toda ella tenía este nombre de Grecia, sino alguna parte, hasta que vino Heleno hijo de Deucalión; ni aun algún tiempo después tenían este nombre, sino cada gente el suyo: poniéndose el mayor número el nombre de pelasgos. Mas después que Heleno y sus hijos se apoderaron de la región de Ftiótide, y por su interés llevaron aquellas gentes a poblar otras ciudades, cada cual de estas parcialidades, por la comunicación de la lengua, se llamaron helenos, que quiere decir griegos, nombre que no pudo durar largo tiempo, según muestra por conjeturas el poeta Homero, que vivió muchos años después de la guerra de Troya, y que no llama a todos en general helenos o griegos, sino a las gentes que vinieron en compañía de Aquileo desde aquella provincia de Ftiótide, que fueron los primeros helenos, y en sus versos los nombra dánaos, argivos y aqueos. No por eso los llamó bárbaros, pues

183. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Traducción de DIEGO GRACIAN DE ALDERETE (1494-1584).

entonces, a mi parecer, no tenían todos nombre de bárbaros. En conclusión, todos aquellos que eran como griegos, y se comunicaban entre sí, fueron después llamados con un mismo apellido. Y antes de la guerra de Troya por sus pocas fuerzas, y por no haberse juntado en contratación ni comunicación unos con otros no hicieron cosa alguna en común, salvo unirse para esta guerra, porque ya tenían de largo tiempo la costumbre de navegar.”¹⁸⁴

(TUCÍDIDES. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Libro Primero - I)

Tras la destrucción de Troya¹⁸⁵ por los griegos micénicos hacia el -1250, se produce el colapso de la civilización de éstos y la destrucción de sus ciudades. Tendrían que pasar cuatro siglos, los conocidos como *Edad Oscura de la antigua Grecia*, para que en estos territorios se volvieran a levantar edificios monumentales.

5.3 La Edad Oscura y la Majada de Eumeo

Al período comprendido entre los siglos -XI y -VIII se le conoce con el nombre de *Edad Oscura*. Ello se debe en parte a las escasas noticias formales que tenemos de él¹⁸⁶.

Cierto es que disponemos del legado de Homero recogido en la *Ilíada* y la *Odisea*, que fueron compuestas, a partir de recuerdos de hechos anteriores, hacia mediados del siglo -VIII. En

184. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Traducción de DIEGO GRACIÁN DE ALDERETE (1494-1584).

185. Según los historiadores, la Troya de la Ilíada de Homero, Ilión, corresponde a Troya VI o VII, entre las 10 ciudades estratificadas que se han hallado en las excavaciones de la actual colina Hisarlik (Turquía).

186. MARTÍNEZ, O. (2012) El nacimiento de Grecia. *Historia - National Geographic - España* nº 103.

estas obras se habla sobre una estructura social constituida por pequeños clanes dentro de una comunidad más amplia denominada *Demos*.

“Homero explica que las comunidades griegas de esos siglos estaban gobernadas por reyes, denominados basileis. Éstos ya no eran los wanax, los reyes micénicos «de anchos dominios» (del que es claro ejemplo la figura de Agamenón, rey de Micenas y destructor de Troya), sino caudillos guerreros que estaban al frente de un genos, un clan integrado por él mismo, su esposa y sus hijos, además de sus esclavos y otros miembros de la familia más cercana. El basileus y sus hetairoi o «compañeros» estaban consagrados a proteger su hacienda y patrimonio aristocrático dentro de una comunidad social más amplia que era el «pueblo», el demos.”¹⁸⁷

Los clanes (*Genos*) debieron tener como actividad de producción económica principal la explotación agrícola y ganadera (Sección A CIIU) de haciendas de mediana dimensión bajo el gobierno de sus respectivos caudillos.

Las labores en el campo, con el cultivo de la vid, el olivo, árboles frutales y legumbres, debieron ser fundamentales en la ocupación de hombres tanto libres como esclavos. Así, ULISES (ODISEO), una vez en Ítaca y de incógnito, elogia a su progenitor LAERTES según la *Odisea*, sobre el cuidado que ha dado a sus tierras durante su largo viaje.

“[...] Anciano, no eres inexperto en cultivar el huerto, que tiene un buen cultivo y nada en tu jardín está descuidado, ni la planta ni la higuera ni la vid ni el olivo ni el peral ni la legumbre.[...] Pero, vamos, dime esto -e infórmame con verdad -: ¿de qué hombre eres esclavo?, ¿de quién es el huerto que cultivas? Respóndeme también a esto con la verdad, para cerciorarme bien si esta tierra,

187. MARTÍNEZ, O. (2012) *Op. Cit.*

a la que he llegado, es Ítaca como me ha dicho ese hombre con quien me he encontrado al venir aquí [...]”¹⁸⁸

(HOMERO. *La Odisea*. Canto XXIV: El pacto)

Las actividades ganaderas básicas corresponderían a sistemas de producción de carne de porcino, caprino y bovino, y a la producción de leche de caprino y bovino; y, al parecer, algunas personas dedicadas a estas labores, como el pastoreo, disfrutaban de salarios.

[...] el que cuidaba de su hacienda más que los demás siervos que el divino Odiseo había adquirido. Y lo encontró sentado en el pórtico, donde tenía edificada una elevada cuadra, hermosa y grande, aislada, en lugar abierto. El porquero mismo la había edificado para los cerdos de su soberano ausente, lejos de su dueña y del anciano Laertes, con piedras de cantera, y lo había coronado de espino; tendió fuera una empalizada completa, espesa y cerrada, sacando estacas de lo negro de una encina.

Dentro de la cuadra había construido doce pocilgas, unas junto a otras, para encamar a las cerdas, y en cada una se encerraban cincuenta cerdas, todas hembras que habían ya parido. Los cerdos dormían fuera y eran muy inferiores en número, pues los habían diezmado los divinos pretendientes con sus banquetes: el porquero les enviaba cada vez el mejor de sus robustos cebones, trescientos sesenta en total.

[...] Y es que la fortuna de Odiseo era inmensa; ninguno de los héroes del oscuro continente ni de la misma Ítaca poseía tanta. Ni veinte hombres juntos tienen tanta abundancia. Te voy a echar la cuenta: doce rebaños en el continente, otros tantos de ovejas, otros tantos de cerdos y cabras apacentan para él pastores asalariados y sus propios pastores. Aquí se alimentan en total once numerosos rebaños de cabras en el extremo de la isla, pues se las vigilan hombres de bien. Todos los días, sin excepción, cada uno de éstos

188. HOMERO (VIII a.e.c.) *La Odisea*. Colección Biblioteca Clásica- Libros en Red, 2003 (www.librosenred.com)

*lleva a los pretendientes un animal, la mejor de sus gordas cabras.
Y yo vigilo y protejo estos cerdos y les hago llegar el mejor de ellos,
eligiéndolo bien.*¹⁸⁹

(HOMERO. *La Odisea*. Canto XIV: Odiseo en la Majada de Eumeo)

Por su parte, los artesanos no tuvieron gran importancia. Eran hombres libres aunque también los siervos y esclavos de palacios hacían trabajos propios de los artesanos. La especialización de los oficios debió ser notable.

Según los hallazgos arqueológicos, existían fabricantes de arcos, marmitas, diademas y tejidos de hilo, entre otros objetos sumptuosos y utensilios. Estos fabricantes podían tener tanto la condición de hombre libre como la de esclavo, desarrollando actividades de producción económica propias de las industrias manufactureras (Sección C CIIU).

En este orden, también se encontraban las profesiones, hoy denominadas liberales, en un amplio abanico de actividades de producción económica: escribas, historiadores, contables, cronistas, cantores, sacerdotes, adivinos, dentistas y médicos, todos ellos con un papel relevante en una sociedad eminentemente guerrera.

5.4 La Edad Arcaica y los primeros Juegos

Existe un consenso casi general en fijar en el tiempo el inicio de la Edad Arcaica de la civilización griega con la celebración de los primeros Juegos Olímpicos de los que se tiene constancia histórica. Esta Edad, que sucede a la Edad Oscura, es prota-

189. HOMERO (VIII a.e.c.) *La Odisea*. Colección Biblioteca Clásica- Libros en Red, 2003 (www.librosenred.com)

gonista del despliegue de una nueva civilización en Grecia que dura casi tres siglos. Su final está marcado por un episodio decisivo en la confrontación entre griegos y persas que tuvo lugar en el año -499: la Revuelta de Jonia: Los jonios de Mileto, estimulados por su Tirano ARISTÁGORAS, se revelan contra el rey persa DARÍO I el Grande (-550 a -486) cuyo deseo era controlar las fuentes de aprovisionamiento de trigo y de madera para la construcción naval griega en Asia Menor. La revuelta supuso el primer conflicto a gran escala entre una alianza, la constituida por un conjunto de ciudades griegas, y un imperio: el Imperio Persa. La rivalidad entre griegos y persas desembocaría pocos años más tarde en la Guerras Médicas (-492 a -490 y -480 a -479).

Los juegos celebrados en el año -776 en la ciudad de Olimpia, al pie del monte Cronio en la península del Peloponeso, constituyen en nuestra tradición cultural el inicio de un certamen deportivo que, con una periodicidad tetra-anual (olimpiada), sirvió para congregar pacíficamente a pueblos durante 293 olimpiadas, hasta que, a finales del siglo IV, el emperador romano TEODOSIO I el Grande los abolió por considerarlos un festival pagano.

En una primera etapa, los Juegos Olímpicos eran una simple fiesta local en honor a ZEUS. La fiesta se hizo cada vez más compleja, por lo que fue necesario recurrir a la organización, dirección y control de sus operaciones, estableciéndose una estructura organizativa denominada *Boulé* de Olimpia o Consejo Olímpico.

Por una parte, el Consejo estaba encargado de seleccionar (entre la nobleza) a los jueces de las pruebas, cuyas decisiones no podían ser revocadas aunque sí ser castigadas en caso de error grave. Por otra parte, el Consejo se encargaba de controlar los

ingresos y los gastos de las numerosas actividades de producción económica que generaban los juegos. De hecho, el propio trabajo que desempeñaba el mismo Consejo corresponde a una actividad de producción económica incluida en la clasificación CIIU: Actividades de organizaciones y órganos territoriales (Sección U CIIU).

Posiblemente, durante las fiestas, Olimpia y alrededores eran los lugares más visitados de toda Grecia. Imaginamos que allí debían reunirse gentes de todas las profesiones, desde vendedores ambulantes, acróbatas, bailarines y adivinos hasta escritores y sabios, tanto para desempeñar su ejercicio profesional como para convertirse en consumidores y espectadores de las ofertas proporcionadas por la celebración de los juegos.

Las argones atléticos, hípicos y lictorios, los concursos de heraldos y trompeteros, y la prueba combinada Pentatlón, acababan reflejados en un calendario compatible y en una asignación de recursos mediante una programación de actividades sujeta a restricciones por franjas horarias en un horizonte temporal de 5 días. En las pruebas, los participantes exhibían sus virtudes y eran valorados. Los juegos finalizaban con un banquete tras premiar a los vencedores que, según HERÓDOTO DE HALICARNASO¹⁹⁰, recibían una corona de olivo como premio.

“Entretanto, ciertos aventureros naturales de Arcadia, pocos en número, faltos de medios y deseosos de tener a quien servir para ganarse la vida, se pasaron a los Persas. Conducidos a la presencia del rey, preguntáronles los Persas, llevando uno la voz en nombre de todos, qué era lo que entonces estaban haciendo los Griegos. Respondieron ellos que celebraban los juegos olímpicos, habiendo concurrido a los certámenes gímnicos y corridas de caballos.

190. HERÓDOTO DE HALICARNASO (hacia 440 a.e.c.) *Los nueve libros de la Historia - Libro Octavo – Urania*. elaleph.com, 2000. Traducción al español de BARTOLOMÉ POU (1727-1802).

Preguntó el Persa cuál era el premio propuesto por cuyo goce contendían, a lo que respondieron que la presea consistía en una corona de olivo que allí se daba. Entonces fue cuando oyendo esto Tritantegmes, hijo de Artabano, prorrumpió en un dicho finísimo, si bien le costó ser tenido del rey por traidor y cobarde; pues informado de que el premio, en vez de dinero, era una guirnalda, no pudo contenerse sin decir delante de todos: -«Bravo, Mardonio, ¿contra qué especie de hombres nos sacas a campaña, que no se las apuestan sobre quién será más rico, sino más virtuoso?»¹⁹¹

(HERÓDOTO DE HALICARNASO. *Urania XXVI*)

Los juegos de Olimpia no fueron únicos en su género en la antigua Grecia. La historia permite desvelar al menos dos criterios para su clasificación: (1) según el lugar de celebración, y (2) según el tipo de premio que recibía el vencedor de una prueba.

En cuanto a lugares, figuran entre otros: los juegos Olímpicos en Olimpia, los Píticos en Delfos, los Ístmicos en Corinto y los Nemeos en Nemea. En cuanto a premios para los vencedores, además de contar éstos con la exención del pago de impuestos, existieron al menos dos tipos: los retribuidos materialmente y los honoríficos.

Los juegos retribuidos solían ser premiados con dinero, joyas y otros bienes con alto valor material, propiciando con el tiempo la profesionalización de sus participantes, de tal modo que algunos atletas de élite, sólo con su presencia, podrían haber recibido la compensación económica equivalente a 100 pagas anuales de un soldado romano.

Entre los juegos honoríficos más importantes se hallaban los *Panhelénicos*, llamados también *juegos de corona* pues el triun-

191. HERÓDOTO DE HALICARNASO (440 a.e.c.) *Op. cit.*

fo se simbolizaba entregando a los vencedores una corona: de olivo en Olímpia, de laurel en Delfos y de apio en Corinto y Nemea. Normalmente, los participantes en estos juegos, competidores por honor, fama y gloria, procedían de las clases más altas.

En cualquier caso, el triunfo en los juegos ofrecía a los concursantes alto prestigio entre la milicia y la clase alta, así como la admiración de las clases más populares. Algunos estadistas, posteriores a la Edad Arcaica, como ALCIBÍADES (-450 a -404), emplearían dicho reconocimiento como catapulta a la política.

“Saliendo Alcibiades ante todos les habló de esta manera: «Varones atenienses: me conviene ser caudillo y capitán de esta armada más que a otro alguno, [...] pues las cualidades que me dan fama y estima entre los hombres, si redundan en gloria de mis antepasados y mía, traen también honra y provecho a la república. Los griegos que se hallaron presentes a los juegos y fiestas de Olimpia, viendo mi suntuosidad y magnificencia, tuvieron y estimaron nuestra ciudad por más rica y poderosa, donde antes la tenían en poco y pensaban fácilmente poderla sojuzgar; pues entonces, como todos saben, me hallé en aquellas fiestas con siete carros triunfales muy bien adornados, lo cual ningún particular había podido hacer hasta entonces, y así gané el primer premio de la contienda y aun el segundo y cuarto, y en lo demás hice tan gran aparato y usé de tanta magnificencia como convenía a tal victoria. Todas esas cosas son muy honrosas, y muestran a las gentes que las ven el poder y riqueza de la tierra y ciudad de donde es natural el que las hace”¹⁹²

(TUCÍDIDES. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Libro Sexto - IV)

En definitiva, los juegos constituyeron un papel fundamental en el desarrollo político y económico de los antiguos griegos.

192. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Traducción de DIEGO GRACIÁN DE ALDERETE (1494-1584).

Además de ser unas celebraciones para honrar tanto a dioses como a hombres, las fiestas sirvieron además para quitar o disminuir “*el pesar y tristeza de las gentes*” y para “*aprovecharse de bienes que nacen en otras tierras*”.

*“Para mitigar los trabajos tenemos muchos recreos, los juegos y contiendas públicas, que llaman sacras, los sacrificios y aniversarios que se hacen con aparatos honestos y placenteros, para que con el deleite se quite o disminuya el pesar y tristeza de las gentes. Por la grandeza y nobleza de nuestra ciudad, traen a ella de todas las otras tierras y regiones, mercaderías y cosas de todas clases; de manera que no nos servimos y aprovechamos menos de los bienes que nacen en otras tierras, que de los que nacen en la nuestra.”*¹⁹³

(TUCÍDIDES. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Libro Segundo - VII)

Por consiguiente, los juegos, contiendas públicas y aniversarios generaron también en Grecia un intenso despliegue de operaciones de producción económica alrededor de las denominadas Actividades de entretenimiento y recreativas (Sección R CIU).

5.5 En la Atenas de PERICLES

Corre el año -430, en el cementerio del Cerámico, el primer Ciudadano de Atenas, PERICLES (-495 a -429), pronuncia su *Discurso Fúnebre*, en honor a los jóvenes atenienses caídos en el primer año de guerra contra los peloponenses, subido, según TUCÍDIDES, “*sobre una cátedra, de donde todo el pueblo le pudiese ver y oír*”¹⁹⁴.

La guerra a muerte contra Esparta y sus aliados había comenzado en la primavera del año -431. Ese mismo año, los atenienses

193. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Op.Cit.*

194. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Op.Cit.*

eligen, un año más y por decimotercera vez consecutiva, al general PERICLES para ejercer el cargo de estratego, junto con sus nueve incondicionales. El General moriría dos años más tarde afectado por la epidemia de peste, sobrevenida en el año -430, que en pocas semanas asoló Atenas¹⁹⁵.

“Al principio del invierno se recrudeció en Atenas la peste, que nunca había cesado del todo sino por intervalos de tiempo; esta vez duró un año, y antes había durado dos sin interrupción; que fue la cosa que más debilitó y quebrantó las fuerzas y poder de los atenienses. En esta postre epidemia murieron más de cuatro mil y trescientos hombres de armas, y trescientos de a caballo, sin lo restante del pueblo, que fue gente innumerable.

*También hubo grandes y repetidos terremotos, así en Atenas como en Eubea y en toda Beocia, pero mucho más en Orcómeno.”*¹⁹⁶

(TUCÍDIDES. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Libro Tercero - XIII)

La *Oración o Discurso Fúnebre de PERICLES* representa una de las mejores lecciones de cultura y civismo que nos haya legado la Historia Antigua. Se habla allí, entre otras muchas cosas, de una particular forma de gobierno que, si bien Atenas habría podido disfrutarla durante las tres décadas del servicio público de PERICLES, no resultó ser la forma de gobernar más común ni en pueblos ni en ciudades de la época. Con PERICLES, la Democracia se consolida como una alternativa de Organización Social.

“Porque me parece que no es fuera de propósito al presente traer a la memoria estas cosas, y que será provechoso oírlas, a todos aquellos que aquí están, ora sean naturales, ora forasteros; pues tenemos una república que no sigue las leyes de las otras ciudades

195 GUZMÁN GUERRA, A. (2012) LOS ÚLTIMOS AÑOS DE PERICLES. EL FIN DE PERICLES. *Historia - National Geographic - España*, nº 101.

196. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Op.Cit.*

*vecinas y comarcanas, sino que da leyes y ejemplo a los otros, y nuestro gobierno se llama Democracia, porque la administración de la república no pertenece ni está en pocos sino en muchos. Por lo cual cada uno de nosotros, de cualquier estado o condición que sea, si tiene algún conocimiento de virtud, tan obligado está a procurar el bien y honra de la ciudad como los otros, y no será nombrado para ningún cargo ni honrado, ni acatado por su linaje o solar, sino tan sólo por su virtud y bondad. Que por pobre o de bajo suelo que sea, con tal que pueda hacer bien y provecho a la república, no será excluido de los cargos y dignidades públicas.*¹⁹⁷

(TUCÍDIDES. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Libro Segundo - VII)

Los gobiernos de PERICLES son paradigma claro de la aplicación de la Democracia en la Antigüedad, quizás debido a la prolongada permanencia del General en el poder. Sin embargo, previo al SIGLO DE ORO DE ATENAS, encontramos otros personajes atenienses que contribuyeron de forma relevante a la idea de repartir el poder entre todos o casi todos los miembros de un colectivo. Dos claros ejemplos son: el estadista SOLÓN (-638 a -558), uno de los 7 sabios de Grecia, que legó a Atenas una Constitución en el -594, y el arconte y legislador CLÍSTENES (-570 a -507) que reformó la sociedad y las instituciones atenienses, estableciendo el principio de la “*isonomía*”: igualdad de todos (los ciudadanos de Atenas) ante la Ley.

Cierto es que el voto estaba reservado sólo a varones adultos con ciudadanía ateniense y que hubieran recibido el entrenamiento militar de unos dos años, quedando excluidas de este derecho la mayoría de las personas, es decir, mujeres, niños, extranjeros y esclavos. La participación ciudadana en el poder se vehiculaba a través de tres organismos: la *Asamblea*, el *Consejo* y los *Tribunales*.

197. TUCÍDIDES (V a.e.c.) *Op.Cit.*

La *Asamblea*, órgano que permitía reunir a toda la ciudadanía de Atenas con derecho al voto, estaba compuesta por un número de personas comprendido entre 25.000 y 40.000 sobre un total de 250.000 ciudadanos; ésta requería un quórum de 6000 personas para algunas decisiones importantes. El *Consejo (Boulē)* lo formaban 500 personas, 50 por cada una de las 10 tribus. Mientras que los *Tribunales*, órganos que se empleaban para impartir justicia, se constituían en jurados, con dimensiones dependientes del caso, a partir de un grupo reducido de 600 personas, 60 por tribu, pertenecientes a su vez a un colectivo que estaba compuesto por unos 6000 miembros disponibles para formar parte de un jurado.

En la Asamblea, se aprobadan y derogaban leyes, se declaraba la guerra y se firmaba la paz, se seleccionaba al Estratega y a otros Generales de mando, se sorteaba y se elegía a los magistrados, se solicitaba la rendición de cuentas a los magistrados al final de sus mandatos, entre otras actividades de carácter político. La administración del estado estaba en manos de los magistrados: unas mil personas eran elegidas por sorteo o por votación, en proporciones aproximadas al 90 y 10%, respectivamente, teniendo los cargos electos por votación un altos niveles de profesionalidad y responsabilidad.

Es evidente que, en la Atenas de PERICLES, para sostener la Democracia, se requería el concurso de un conjunto de actividades que iban más allá de los procesos electorales que, con periodicidad anual, hubieran podido servir para depositar el poder del pueblo en el *Estratego*.

Podemos imaginar a PERICLES, en colaboración con un grupo reducido de ciudadanos de la Ática, gobernando Atenas y ejerciendo funciones de dirección, administración y control en el marco de una ciudad-estado democrática. Entre las actividades

básicas de producción económica que podrían asociarse a aquellos gobiernos, queremos resaltar las siguientes:

- *Actividades relacionadas con el desempeño de las funciones ejecutivas y legislativas de los órganos y organismos centrales (ciudades-estado), regionales o tribales (tritias¹⁹⁸: enlace entre los demos y las tribus), y locales (demos).*
- *Actividades de la administración y supervisión de los asuntos fiscales:*
 - Aplicación de los sistemas tributarios
 - Recaudación de derechos e impuestos sobre bienes y definición y puesta en práctica de medidas para los casos de evasión de impuestos
 - Administración de las fronteras (aduanas) y establecimiento de relaciones con otras ciudades-estado y gobiernos vecinos en general.
- *Actividades para la ejecución presupuestaria y administración de la hacienda y la deuda públicas:*
 - Obtención y recepción de fondos y fiscalización de su desembolso
- *Actividades para aplicar la política general de la guerra, la defensa y el desarrollo del comercio, así como la administración de los fondos correspondientes*
- *Actividades de administración y gestión de los servicios generales de planificación económica del cultivo de las tierras, la*

198. La TRITIA era una unidad administrativa que servía para establecer relaciones entre el DEMO (conjunto de unas 1500 personas establecidas en una zona geográfica), y la TRIBU (conjunto de personas de una determinada división étnica). Una TRITIA estaba constituida por 3 o 4 DEMOS geográficamente contiguos. La TRITIA no disponía de poder político real, pero servía para realizar actividades que propiciaban la preservación de las costumbres de una TRIBU entre sus miembros que podían estar distribuidos en diferentes DEMOS, como era el caso de la custodia de objetos y símbolos de carácter sagrado.

fabricación de navíos, y prestaciones sociales en las ciudades-estado, así como llevar recuentos y registros estadísticos sobre la población y sobre la riqueza en los diversos niveles de la administración pública (Ciudad-estado, Tritias y Demos)

El diseño y la dirección de las operaciones de producción de servicios previamente descritas no resultan ajena a las que ejercitan los estados democráticos en la actualidad. De hecho, dichas actividades corresponden con ciertos matices a la actual Clase 8411, dedicada a “*Actividades de la administración pública en general*”, de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev.4) de todas las actividades económicas, establecida por la ONU (CIIU Sección O: “*Administración pública y defensa y planes de seguridad social de afiliación obligatoria*”).

El arte de la gobernanza no fue la única manifestación cultural y productiva que, de forma brillante, se despliega durante el siglo de PERICLES. En efecto, la arquitectura y la escultura, la filosofía, la literatura y la historia, y el arte de la guerra y de la defensa, se manifiestan con relevancia durante el periodo al que se ha llamado también con acierto SIGLO DE ORO ATENIENSE.

A través de nuestra tradición histórico-cultural, se nos ha enseñado que los atenienses decidieron construir un templo dedicado a la diosa ATENEA: la protectora de su ciudad. El nuevo templo de orden dórico, sobre la colina de la Acrópolis en ruinas durante más de tres décadas, era un proyecto singular que debía cumplir diversas funciones: (1) servir de recinto para custodiar el tesoro de los atenienses (en una estancia pequeña que recibía el nombre de *cámara de las doncellas*) o, indirectamente, funcionar como sede del banco central del estado ateniense; (2) ser motivo de conmemoración de la victoria sobre los persas en la batalla de Maratón (-490), convirtiéndola en un momento estelar de las dos primeras guerras Médicas; y (3) servir como

residencia, hecha a la medida, de una inmensa y valiosa estatua criselefantina, una parte más del oro y del marfil atenienses, que debía realizar FIDIAS (-490 a -431): un genial artista del círculo íntimo de PERICLES, al que se le encarga también la dirección y la supervisión general de todo el proyecto.

La construcción del PARTENÓN (parthéna: virgen), entendida como un proyecto singular de edificación, representa: (1) la programación, ejecución y control de un elevado número de operaciones productivas y logísticas; (2) una alta dedicación a la gestión de recursos humanos en mano de obra directa; (3) una intensa gestión de las relaciones con los proveedores colaboradores en la cadena de suministro de materiales y componentes de la obra; y (4) una compleja coordinación de los participantes debida a la diversidad de saberes y oficios requeridos por todo el proyecto: canteros y mineros, operadores de carga asistida por animales, poleas y palancas, arrieros y transportistas, carpinteros y albañiles, modeladores de barro y cera, alfareros, herrerros y metalúrgicos, orfebres y joyeros, pintores, escultores y tallistas, médicos y sanadores, contables y dibujantes, suministradores de ropa y alimentos, y operadores de servicios de limpieza, entre otros.

“Fidias se centró en la decoración escultórica del conjunto, mientras de la construcción se encargaban dos arquitectos, Ictino y Calícrates; el ingeniero romano Vitrubio, que escribió cuatro siglos más tarde, menciona a un tercer arquitecto llamado Carpión del que no tenemos más noticias. No sabemos el tipo de relación que mantenían los arquitectos y la forma en que se ocupaban de los trabajos. Las obras necesitaron, además, gentes dedicadas a los más variados oficios: canteros, albañiles, carpinteros, doradores, pintores, escultores, herrerros, modeladores de cera, transportistas y operadores de poleas. Sabemos por las inscripciones que los trabajadores eran ciudadanos de Atenas, metecos (extranjeros con carta de residencia) y esclavos; y que todos cobraban lo mismo por el mismo trabajo. Las labores especializadas se retribuían a

razón de un dracma por día. Por sorprendente que nos parezca, los arquitectos cobraban un dracma también, a pesar de su responsabilidad.”¹⁹⁹

Las obras del PARTENÓN se ejecutaron a lo largo de unos 15 años de relativa calma y finalizaron poco antes de la muerte de FIDIAS, aunque la inauguración del templo, con la estatua de la diosa ATENEA PARTENOS en su interior, tuvo lugar durante el festival de las Panateneas del año -438, cuando aún faltaban las esculturas que debían adornar sus frontones. Sólo para el templo se utilizaron 22000 toneladas de mármol blanco brillante procedente del monte PENTÉLICO. Esta materia prima experimentó un interesante proceso de transformación por etapas: (1) marcaje con cincel de bloques homogéneos sobre la piedra de la cantera; (2) perforación paralela a la veta del mármol en forma de agujeros alargados; (3) introducción de cuñas de madera ajustadas a los agujeros; (4) mojado de cuñas para hinchar la madera y provocar el desprendimiento del bloque del resto de la roca; (5) labrado del bloque para homogeneizar sus dimensiones; (6) pulido del bloque para convertirlo en una pieza; (7) transporte de piezas por lotes, en trineos y a través de una pista, hasta el pie de la montaña; (8) carga de piezas en carros tirados por bueyes y su transporte hasta la ciudad localizada a unos 15 Km, lo que podía representar hasta dos días de viaje; y (9) alzada de piezas en la obra con la asistencia de poleas y grúas de madera, y cuerdas.

Durante más de una década, estas tareas se ejecutaron de forma secuencial e iterativa, formando parte fundamental del conjunto de actividades de la cadena de suministro de materiales que supuso construir el templo. No es difícil imaginar a los colaboradores de FIDIAS, llevados por la intuición y ayudados por

199. MURCIA, F.J. (2012) La construcción del Partenón. Partenón, el gran templo de Atenea. *Historia - National Geographic - España*, nº 104.

una prolongada práctica, tratando de mantener un flujo tenso de piezas de mármol desde el PENTÉLICO hasta la ACRÓPOLIS: reduciendo los stocks intermedios a lo largo del trayecto, ajustando los tiempos de proceso y de transferencia en las fases combinadas de elaboración y de transporte de los bloques, probando diversos tamaños de lote adecuados a cada actividad, dimensionando la capacidad productiva del sistema a través de la asignación de mano de obra (metecos y esclavos) en cada fase del proceso productivo, y seleccionando emplazamientos y diseñando instalaciones con sus correspondientes distribuciones en planta; todo esto, entre otras actividades productivas y logísticas requeridas por el proyecto.

Obviamente, las actividades tecnológicas y de gestión descritas anteriormente no fueron las únicas que, habitualmente, se desplegaron en la ejecución del proyecto PARTENÓN. Al principio, fueron necesarias una serie de operaciones vinculadas a: (1) la explanación del terreno de la ACRÓPOLIS; (2) los replanteos y mediciones para aprovechar lo mejor posible los cimientos del antiguo templo destruido por los persas; y (3) la cimentación, ampliando la antigua, sobre una superficie total de unos 2200 m². Al final, y después de las operaciones de ensamblaje progresivo de las piezas componentes de la estructura del templo (columnas de tambores, arquitrabes, muros de sillares con abrazaderas de hierro cubiertas de plomo, friso, metopas, triglifos, etc.), los últimos detalles de la obra: (1) el cerramiento del edificio mediante un techo con armazón de madera cubierto con tejas de mármol; (2) la eliminación de protuberancias y defectos en sillares y tambores; (3) el estriado de columnas; y (4) el alisado y pulido de columnas y de otros elementos para disimular las juntas y las uniones de las piezas.

Las operaciones de carácter tecnológico descritas anteriormente se pueden incluir en dos clases de actividades contenidas, a

su vez, en la Sección F (sobre *Construcción*) de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev.4). Estas clases son:

- *Clase 4100 destinada a la Construcción de Edificios, en su apartado construcción de todo tipo de edificios no residenciales, subapartado edificios religiosos.*
- *Clase 4312 sobre la Preparación del terreno, para posteriores actividades de construcción, que incluye, entre otras, las siguientes actividades:*
 - Limpieza de terrenos de construcción.
 - Movimiento de tierras: excavación, nivelación y ordenación de terrenos de construcción, excavación de zanjas, remoción de piedras, voladura, etcétera.
 - Perforaciones de prueba, sondeos de exploración y recogida de muestras de sondeo para actividades de construcción y para fines geofísicos, geológicos o similares.
 - Preparación de terrenos para actividades de explotación de minas y canteras.
 - Drenaje de terrenos de construcción

Una vez construido el PARTENÓN, es muy probable que se desplegaran, en torno al templo y durante años, algunas *Actividades de paisajismo y servicios de mantenimiento conexos* (Clase 8130, Sección N: *Actividades de servicios administrativos y de apoyo*, CIIU Rev.4).

5.6 De la Academia al Liceo

Dos años después de la muerte de PERICLES nace PLATÓN (-427 a -347) en el seno de una familia aristocrática ateniense. El joven PLATÓN abandona su vocación política por la Filosofía

cuando conoce a SÓCRATES (-470 a -399): su maestro, aprendiendo de él a poner en duda todo lo establecido y a buscar la verdad mediante la discusión crítica y la razón, preceptos metodológicos orientados a la *búsqueda de la verdad* que siglos más tarde serviría de inspiración a DESCARTES (1596 a 1650) en su *Discurso del Método*.

La democracia llega de nuevo a Atenas de la mano de TRASÍBULO (c.-455 a -388) en el año -403. Esta vez, la deseada forma de gobierno está debilitada: los atenienses han pasado por un largo periodo de beligerancia, la GUERRA DEL PELOPONESO, y han podido derrocar al gobierno oligárquico de los TREINTA TIRANOS impuesto por Esparta en la primavera del año -404. En este enrarecido clima político, se celebra el juicio de SÓCRATES, acusado de corrupción por MELETO.

“- Veamos cuál es la acusación jurada de éstos - y ya es la segunda vez que nos la encontramos- y démosle un texto, como a la primera. El acta diría así: “Sócrates es culpable de corromper a la juventud, de no reconocer a los dioses de la ciudad y, por el contrario, sostiene extrañas creencias y nuevas divinidades.

- La acusación es ésta. Pasemos, pues, a examinar cada uno de los cargos.

- Se me acusa, primeramente, de que corrompo la juventud.

- Yo afirmo, por el contrario, que el que delinque es el propio Meletos, al actuar tan a la ligera en asuntos tan graves como es convertir en reos a ciudadanos honrados; abriendo un proceso so capa de hombre de pro y simulando estar preocupado por problemas que jamás le han preocupado. Y que esto sea así, voy a intentar hacéroslo ver.”²⁰⁰

(PLATÓN. *Apología de Sócrates*. Primera Parte – El interrogatorio a MELETOS -)

200. PLATÓN (IV a.e.c.) *Apología de Sócrates*. La Editorial Virtual, Edición electrónica, Buenos Aires, 2004.

El jurado estuvo compuesto por 500 ciudadanos atenienses. Tras una primera ronda de disertaciones de SÓCRATES y MELETO, como defensa y acusación, respectivamente, el jurado decidió declarar culpable a SÓCRATES por 280 votos a favor y 220 en contra. A continuación, cada parte propuso sentencias alternativas. La propuesta de MELETO, la pena de muerte, fue votada mayoritariamente a favor con 360 votos y el resto en contra.

“Por no querer aguardar un poco más de tiempo, os llevaréis, atenienses, la mala fama de haber hecho morir a Sócrates, un hombre sabio, pues para avergonzaros os dirán que yo era un sabio, aunque no lo soy. Si hubierais esperado un poquito más, habría llegado el mismo desenlace, aunque de un modo natural; considerad la edad que tengo y cuán recorrido tengo el camino de la vida y qué cercana ronda la muerte. Lo dicho no va para todos, sino sólo para los que me habéis condenado a morir.”²⁰¹

(PLATÓN. *Apología de Sócrates*. Tercera Parte – Sócrates es condenado a muerte -)

La muerte de SÓCRATES debió ser un episodio influyente en la vida de PLATÓN y en su obra posterior; es probable que, la autoejecución de su maestro, le convirtiera en una persona desconfiada respecto a la justicia que se puede esperar de un régimen popular. En sus reflexiones sobre poder y justicia, PLATÓN concluye, simplificadamente, que el gobierno del estado ideal debe estar en manos de los sabios, lo cual sitúa a los filósofos en el poder, a los militares en la defensa del estado y a los trabajadores en la dedicación de las actividades que el estado (la ciudad) requiere para su prosperidad²⁰².

201. PLATÓN (IV a.e.c.) *Apología de Sócrates*. La Editorial Virtual, Edición electrónica, Buenos Aires, 2004.

202. PLATÓN (IV a.e.c.) *La República*. Editorial Gredos, Madrid, 1988, Traducción revisada: Alberto del Pozo Ortiz.

Para nosotros como enseñantes, PLATÓN es una figura de especial interés por sus tesis y planteamientos sobre la Educación. Con la creación de una nueva escuela filosófica, LA ACADEMIA DE ATENAS, fundada hacia el -387, se crea el primer centro de estudios superiores del mundo antiguo, constituyéndose, por tanto, en un claro precedente de las primeras UNIVERSIDADES MEDIEVALES en Europa y, por transitividad, de los actuales centros de estudios universitarios.

En las ciudades-estado griegas, la educación formaba parte de las actividades del Estado y debía repercutir en beneficio del propio Estado: la formación inculcaba a los jóvenes ciudadanos normas de comportamiento y les dotaba de habilidades provechosas para sostener la ciudad y garantizarle prosperidad. Cierto es que la implicación del Estado en las tareas de enseñar no fue idéntica en todas las ciudades griegas. En Esparta, los niños se socializaban a los siete años y perdían el contacto con sus familias. Atenas, algo más tolerante que Esparta, permitía confiar una gran parte de la educación a la iniciativa particular, aunque la ciudad requería a los jóvenes con edades comprendidas entre dieciocho y veinte años, un servicio de dos años en el que recibían instrucción militar; tras dicho servicio al Estado, los jóvenes instruidos adquirían la ciudadanía con el pleno ejercicio de todos sus derechos.

La ACADEMIA DE ATENAS iba mucho más lejos: buscaba nuevos conocimientos y se dedicaba a investigar y a enseñar en diversas materias, desde matemáticas, geometría y retórica, en el plano abstracto, hasta medicina y astronomía, en el plano físico, aunque estas enseñanzas no resultaran, a primera vista, de utilidad para la ciudad.

En la ACADEMIA, PLATÓN escribió sus *Diálogos* y elaboró sus Teorías representativas del *Mundo de las Ideas*, pero además,

durante dos décadas y esta vez como maestro, ayudó a forjar el pensamiento de otro personaje, ARISTÓTELES (-384 a -322), que, además de jugar un papel relevante en la historia de la Filosofía, se convirtió en el precursor de la ciencia occidental sentando unas bases inamovibles durante más de 2000 años y ofreciendo la visión *Realista* del mundo frente a la *Idealista* de su maestro.

ARISTÓTELES se interesa por casi todas las ramas del saber: anatomía, astronomía, biología, botánica, economía, estética, ética, filosofía de la ciencia, filosofía política, física, fisiología, lógica, medicina, metafísica, pedagogía, poética, psicología, retórica y zoología, entre otras. Su pasión por el estudio de lo físico nos muestra a un pensador para el que el mundo existente se percibe a través de los sentidos y se comprende con la observación y el razonamiento. A su perfil realista de investigador experimental hay que añadir las cualidades de un pensador abstracto, recuperando la tradición de los primeros filósofos griegos, que habían investigado tanto la *physis* (la naturaleza) como el cosmos (el universo).

ARISTÓTELES nos interesa como enseñante de educación superior: aprende del mundo y enseña lo que de él entiende. Nacido en Estagira, a sus 17 años fue enviado a Atenas para estudiar en la ACADEMIA, donde primero se instruye y luego compagina el estudio con la enseñanza hasta la muerte de PLATÓN; posteriormente, es contratado por FILIPO II DE MACEDONIA (-382 a -336) quien le encarga la educación de su hijo de 13 años: ALEJANDRO (III) MAGNO (-356 a -323).

“[...] y no teniendo bastante confianza en los maestros de música y de las demás habilidades comunes para que pudieran instruirle y formarle, por exigir esto mayor inteligencia y ser, según aquella expresión de Sófocles, Obra de mucho freno y mucha maña, envió a llamar el filósofo de más fama y más extensos conocimientos, que

era Aristóteles, al que dio un honroso y conveniente premio de su enseñanza, porque reedificó de nuevo la ciudad de Estagira, de donde era natural Aristóteles, que el mismo Filipo había asolado, y restituyó a ella a los antiguos ciudadanos, fugitivos o esclavos. Concedióles para escuela y para sus ejercicios el lugar consagrado a las Ninfas, inmediato a Mieza, donde aun ahora muestran los asientos de piedra de Aristóteles y sus paseos defendidos del sol. Parece que Alejandro no sólo aprendió la ética y la política, sino que tomó también conocimiento de aquellas enseñanzas graves reservadas, a las que los filósofos llaman, con nombres técnicos, acróamáticas y epópticas, y que no comunican a la muchedumbre.”²⁰³

(PLUTARCO. *Vidas paralelas*. Tomo V – VII)

Tras el asesinato de FILIPO, hacia el año -336, ALEJANDRO se convierte en rey de Macedonia y ARISTÓTELES regresará a Atenas. El más célebre de los estagiritas no se reincorpora a la ACADEMIA, dirigida a la sazón por XENÓCRATES (-396 a -314), sino que opta por fundar un círculo filosófico en compañía de su discípulo TEOFRASTO DE ERESO (-371 a -287). La nueva institución, la ESCUELA PERIPATÉTICA, se alojará en un *gimnasio*²⁰⁴ cercano al templo de APOLO LICIO conocido como EL LICEO.

Durante años, LICEO y ACADEMIA se convirtieron en centros docentes competidores con sus respectivas ofertas de enseñanza. Durante siglos, el *empirismo* aristotélico frente a la *especulación* platónica pondrán en contraposición dos alternativas posibles ante la forma de conocer e interpretar el mundo.

Independientemente del enfoque dado al proceso de generación de conocimientos, con el advenimiento de ambas instituciones se produce un cambio radical en la concepción de lo que debe ser la Enseñanza en un Estado: de lo que deben aprender

203. PLUTARCO (I) *Vidas paralelas*. Tomo V – Alejandro Magno. <http://www.imperivm.org>

204. Institución dedicada a la instrucción física y espiritual.

las personas que lo constituyen. Empieza a cobrar sentido que los ciudadanos puedan ser adiestrados en artes, técnicas y otros saberes innecesarios para la guerra y la defensa y otros oficios de carácter práctico. Cobra sentido el saber por saber y el amor al saber más allá de los filósofos: la Filosofía empieza a democratizarse.

Obviamente, tanto las escuelas platónica y aristotélica, así como otras escuelas menores que surgirían en esta época, tuvieron que desarrollar algunas actividades de producción económica vinculadas con la labor docente en toda su extensión. Dichas actividades se incluirían (considerando, claro está, los matices derivados de las costumbres sociales propias de cada momento histórico) en la Sección P, dedicada a la Enseñanza, de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev.4) de todas las actividades económicas.

La Sección P de la CIIU comprende las enseñanzas de cualquier nivel y de cualquier profesión tanto oral como escrita, así como la enseñanza asistida por cualquier medio de comunicación. Algunas Clases pertenecientes a esta Sección son:

- *Clase 8510 - Enseñanza preescolar y primaria:* Esta clase comprende la enseñanza destinada principalmente a familiarizar a niños muy pequeños con un entorno escolar y la que proporciona a los alumnos una sólida formación básica en lectura, escritura y matemáticas, junto con nociones elementales de otras materias, como historia, geografía, ciencias naturales, ciencias sociales, dibujo y música.
- *Clase 8521 - Enseñanza secundaria de formación general:* Esta clase comprende las actividades tendientes a impartir el tipo de enseñanza que sienta los fundamentos de una vida de aprendizaje y desarrollo personal y propicia ulteriores oportunidades educativas.

- *Clase 8522 - Enseñanza secundaria de formación técnica y profesional:* Esta clase comprende actividades de enseñanza en las que por lo general se hace hincapié en una determinada especialización y se imparten conocimientos teóricos y prácticos que suelen tener por objeto mejorar las posibilidades actuales o futuras de empleo.
- *Clase 8530 - Enseñanza superior:* Esta clase comprende actividades de enseñanza postsecundaria no terciaria y terciaria, incluida la que conduce a la obtención de una licenciatura o de un título de graduado o de postgrado. El requisito mínimo de admisión es un título de enseñanza secundaria o nivel académico equivalente. La enseñanza puede impartirse en aulas o empleando otros medios de comunicación.
- *Clase 8541 - Enseñanza deportiva y recreativa:* Esta clase comprende el adiestramiento en actividades deportivas impartido a grupos o a personas en campamentos o escuelas. Abarca también las actividades de campamentos de instrucción deportiva, se pernoche en ellos o no.
- *Clase 8542 - Enseñanza cultural:* Esta clase comprende las actividades de formación artística, teatral y musical. Las unidades que imparten este tipo de formación pueden denominarse “escuelas”, “estudios”, “academias”, “clases”, etc. Ofrecen formación estructurada, principalmente para fines creativos, de afición o de desarrollo personal, pero esa formación no conduce a la obtención de un diploma profesional ni de un título de licenciado o graduado.

Es evidente que, a pesar del paso del tiempo y de todos los avances tecnológicos que han habido en los últimos 23 siglos, la labor de los docentes actuales no está tan alejada, en lo esencial, de la que ejercieron aquellos pioneros llamados instructores, maestros y filósofos.

Retomamos el hilo de la historia: Mientras ARISTÓTELES y XENÓCRATES dirigen sus respectivas escuelas y difunden sus saberes en compañía de sus colaboradores, ALEJANDRO III, discípulo del primero, se concentra en acciones políticas: (1) consolidar su dominio sobre los Balcanes y las ciudades-estado de la antigua Grecia, y (2) extender las fronteras del reino que ha heredado de FILIPO II: el REINO DE MACEDONIA. En apenas trece años de reinado, el apodado MAGNO creará un imperio vertebrado por rutas comerciales que servirán para unir las ciudades a la sazón más esplendorosas y para propiciar la fusión cultural entre tierras distribuidas en tres continentes²⁰⁵. En su papel de gobernante, ALEJANDRO, será Rey de Macedonia (-336 a -323), además de Rey de Egipto (-330 a -323) y Shahanshah (Rey de Reyes) de Persia (-330 a -323) después de conquistar el imperio AQUEMÉNIDA de DARÍO III (-380 a -330); ahora, sus dominios se extienden desde el Danubio hasta el Indo y desde Alejandría hasta Samarcanda.

La muerte de ALEJANDRO supone el inicio de un nuevo orden cultural, académico y político en Occidente bajo la supremacía de Macedonia.

En lo cultural, comienza el PERÍODO HELENÍSTICO en el que sus gobernantes intentan preservar y alentar el espíritu griego, tanto en las artes como en las ciencias, heredado de la Grecia clásica. A principios del siglo –III, Alejandría (ciudad fundada en el -331) se convirtió en el centro cultural más importante de Occidente desplazando a Atenas. Se construyeron dos edifi-

205. Algunas rutas comerciales fueron: De Pella hasta Siwa y Alejandría, pasando por Mileto y Halcarnaso, Sidón y Tiro, Gaza y Menfis. De Menfis hasta Damasco. De Damasco a Babilonia, pasando por la Nísibis mesopotámica. De Babilonia a Persépolis, pasando por Susa. De Persépolis a Pattala en el delta del Indo. De Pattala a Ormuz, por ruta marítima a través del Índico. De Pattala a Kabul, pasando por Khandajar. De Kabul a Samarcanda. Y de Samarcanda hasta Rhages (cerca de Teherán): la que fuera posteriormente ciudad natal de HARÚN AL-RASHID (763 a 809).

cios singulares: el MUSEO (templo de las Musas) para albergar a literatos, científicos y artistas que acudían a Alejandría, y la BIBLIOTECA para preservar las obras literarias y científicas, reuniendo así el saber de todos los pueblos y todas las disciplinas y dotando a los estudiosos del mejor material para el estudio.

En lo académico, se consolidan y renuevan los círculos de ARISTÓTELES y de PLATÓN, y surgen y se desarrollan otras escuelas filosóficas: ESCÉPTICOS, EPICÚREOS y ESTOICOS. Tal despliegue de enseñanza se ve frenado en el 529 por la *Constitución* del emperador JUSTINIANO I EL GRANDE (482 a 565), recogida en el *Codex Iustinianus*, que privaba a los paganos de la facultad de enseñar²⁰⁶.

En lo político-militar, ciudades-estado griegas otrora rutilantes, como Atenas, Esparta y Corinto, comienzan su declive y van cediendo el testigo de la relevancia a las ciudades modernas como Alejandría, Pérgamo y Antioquía. En el año -168 las legiones romanas, al mando del general LUCIO EMILIO PAULO (c.-229 a -160), derrotan a las falanges macedonias del rey PERSEO (c.-212 a -165) en la batalla de Pidna: el periodo helenístico griego tiene su punto final. Dos décadas después, Roma, con la destrucción de Cartago y Corinto en el año -146, se convertirá en la nueva dueña del Mediterráneo.



206. Fernández, G (1985) Justiniano y la clausura de la escuela de Atenas. *Erytheia*, II.2, pp. 24-30.

❖ 6 LEX ROMANA

6.1 Preliminares

Es un hecho contrastado que Roma ha tenido una importancia decisiva en la historia de la humanidad. Roma creó un Imperio en Europa, que luego a través de sus provincias se extendió por América. Incluso Inglaterra, que nunca fue romanizada plenamente, hizo suyo lo más genuino de la romanidad: el DERECHO.

Existe el evidente peligro al entrar en el análisis del Derecho Romano, pretendiendo analizar sus instituciones jurídicas, de encontrarse que no es un todo unitario como sería en la actualidad cualquier Código. Efectivamente, el Derecho Romano en su momento y por los efectos de su influencia en el mundo moderno, representó que nunca en la historia de la humanidad toda la vida de los pueblos ha estado dominada por las concepciones de la política y el Derecho, como lo fue Roma.

El Derecho romano que rigió durante dos milenios, fue elaborado en ocasiones contradictoriamente, se aplicó en territorios diversos y con variantes y al pertenecer a la antigüedad guarda muchos secretos y no puede ser fácilmente comprendido por el mundo moderno.

El ámbito del Derecho civil romano junto al ámbito del Derecho penal con las peculiaridades propias de los considerados delitos privados, a caballo de uno y otro, son analizados desde la óptica de las relaciones de trabajo; asimismo se estudia el Derecho laboral romano que ya llegó a tener unas raíces sólidas.

Del estudio de las disposiciones del Derecho romano del prolongado periodo analizado se nos presentan unos problemas sociales existentes en aquellos tiempos, que hoy siguen vivos y en diversos casos sin resolver, aunque siguen siendo objeto de discusión en distintos foros públicos. Veamos:

- Ya señalaba el viejo Derecho romano que “en muchos extremos de nuestro Derecho es peor la condición de las mujeres que los varones” PAPIANUS XXXI QUESTIONUM.
- La LEY DE LAS XII TABLAS (año -451) castigaba al juez que se dejaba corromper con la pena de muerte. Asimismo, el magistrado que por descuido dicta una sentencia injusta es condenado a reparar los daños ocasionados.
- La “*actio aedilicia de feris*” permitía actuar contra “quien tiene animales peligrosos sin atar, en lugares transitados” hecho al que se daba trascendencia propia de “cuasidelito”.
- En el siglo -III ya debió crearse una justicia policial ante la existente inseguridad ciudadana.
- Las relaciones comerciales de Roma crecieron tan deprisa que se tuvo que nombrar un magistrado especial para procesos de extranjería a mitad del siglo -III.
- Existía una exhaustiva regulación de las servidumbres urbanas a partir del siglo -II.
- Ya existía el problema de la adquisición de la propiedad por ocupación de fincas abandonadas. (ULPIEMUS XII AD EDICTUM)
- En el siglo -I como respuesta a una justicia oficial lenta y costosa que desesperaba a los ciudadanos aparece el arbitraje en Roma.

- Ya se lamentaba GAYO (c.120 a c.178)²⁰⁷ de “excesivos pleitos existentes”. Ya existían los interdictos como instrumento de protección jurídica.²⁰⁸
- Las limitaciones legales de la propiedad crecieron en el BAJO IMPERIO (193 a 476) con carácter de Derecho Público (evitar la especulación, limitaciones urbanísticas, etc.) y de Derecho Privado (garantía de indemnización al propietario de la finca amenazada por la ruina de la finca colindante, titularidad de los frutos de los árboles que caían en la finca colindante, etc.)
- Licencias a particulares para edificar en terrenos públicos y en particular cuestionadas concesiones de los magistrados a los banqueros para construir “tabernae” en el foro, a cambio de un “*salarium*” anual.
- Garantías reales de fiducia, prenda e hipoteca desarrolladas, a partir del año 478.

Aun siendo obvio que el *Trabajo* y por ende la *Producción* están regulados actualmente por el DERECHO LABORAL, aquí reflexionaremos sobre tres ámbitos del Derecho: civil, penal y laboral. Fijaremos la consideración en estos tres ámbitos aunque sea sólo por el hecho de que, en aquellos momentos de la historia, algunos seres humanos, como los esclavos, eran simplemente *cosas* con sus dueños y potencialmente perjudiciales para los ciudadanos genuinos.

“El derecho es el conjunto de condiciones que permiten a la libertad de cada uno acomodarse a la libertad de todos.”

[IMMANUEL KANT (1724 a 1804)]

207. Jurisconsulto romano. No hay acuerdo en lugar y fecha de nacimiento y muerte. Su vida transcurre entre los Imperios de ADRIANO (117 a 138) y MARCO AURELIO (161 a 180).

208. GAYO, 4, 142 (*Interdicto*)

6.2 Consideraciones en el ámbito del Derecho Civil Romano

Debe considerarse que si bien Grecia supo legar a la posteridad el arte incomparable de sus figuras más destacadas, Roma a su vez levantó el documento jurídico más importante de la civilización.

Al respecto debe señalarse que, “el Derecho del pueblo romano se encuentra en las leyes, en los plebiscitos, en los senadoconsultos, en las constituciones de los príncipes, en los edictos de los que gozan del poder de promulgarlos y en los dictámenes de los jurisconsultos.”²⁰⁹

Asimismo se establece que “*justicia es la constante y perpetua voluntad de dar a cada uno su derecho*”. Los principios del Derecho son estos: vivir honestamente, no hacer daño a otro, dar a cada uno lo suyo. Jurisprudencia es el conocimiento de las costumbres divinas y humanas, y la ciencia de lo justo y de lo injusto.”²¹⁰

Ya señalaba el Derecho Romano que “en muchos extremos de nuestro Derecho es peor la condición de las mujeres que la de los varones.”²¹¹ En relación con las condiciones de los hombres, concreta GAYO que la gran división referente al Derecho de las personas estriba en que todos los hombres o son libres o esclavos.”²¹²

En relación con las personas jurídicas en el Derecho Romano no se concede indistintamente a todos que se constituya sociedad, ni colegio, ni otra corporación semejante; porque esto está

209. GAYO 1, 2-7 (*Los iura populi Romani*)

210. De institia et iure, 10 (*Ulpianus I Regularum*)

211. De status hominum, 9 (*Papimianus XXXI Questionum*)

212. GAYO 1, 9-12 (La condición de los hombres)

restringido por las leyes, senadoconsultos y constituciones de los príncipes.²¹³

En el proceso civil romano la acción no es más que el derecho de perseguir judicialmente lo que le deben a uno²¹⁴ y si el acreedor, sin la autoridad del juez, ocupase bienes del deudor, está sujeto a esta ley, es multado con la tercera parte de sus bienes y se hace infame.²¹⁵

Las acciones de la ley en la aplicación del Derecho Romano se fueron desestimando por el excesivo formulismo de los antiguos que crearon estas reglas jurídicas, lo que llevaba al extremo de que un mínimo error daba lugar a perder el pleito. La LEY EBUCIA así como las dos LEYES JULIAS abolieron dichas acciones, a partir de las cuales se litigaba mediante formulas conocidas como procedimiento formulario.²¹⁶

“Al confeso se le tiene por juzgado; es condenado, en cierto modo por su propia sentencia.”²¹⁷

Respecto a la fuga del deudor, dice el Pretor: “Mandaré que se posean y se vendan los bienes del que se ocultase por causa de defraudación, si no fuese defendido a arbitrio de hombre bueno.”²¹⁸

La antigua Roma buscaba el modo de terminar con los excesivos pleitos existentes y así escribió GAYO: “Se introdujo en la práctica, como el mayor remedio para terminar los pleitos, la

213. Quod cuiuscumque univeritatis nomine, 1 (Gauriad ed. Provinc)

214. De obligationibus et actionibus, 51 (Celsus III digestorum)

215. Ad legem luliam de vi private, 8 (Modestius II de poemas)

216. Gayo, 4, 30 (Abolición de las legis actions)

217. De confessis, 1 (Paulus LVI ad edictum)

218. Quibus ex causis in possessionem eatur, 7, 1 (ulpiamus LIX ad edictum)

santidad del juramento, con la cual se deciden las controversias ya por pacto de los mismos litigantes, ya por la autoridad del juez.”²¹⁹

El Derecho Romano establecía inequívocamente que “Ei incumbit probatio, qui dicit, no qui negat”²²⁰ o lo que es igual: Incumbe la prueba al que afirma, no al que niega.

Ya en la antigua Roma existía una protección jurídica extrajudicial que era el “interdictum”, consistente en la promulgación por parte del juez, a instancias de persona interesada y sin previo examen de las razones de las partes, de una orden dirigida a otra persona para que realice o paralice una concreta actividad. GAYO señalaba como primera clasificación de los interdictos la siguiente: prohibitivos, restitutorios y exhibitorios. Una segunda verificación era: interdictos de adquirir la posesión, de retenerla o de recuperarla.²²¹

Independientemente de la aplicación del procedimiento formulario como medio de resolver conflictos de intereses de forma más ágil, a la que anteriormente nos hemos referido, el ordenamiento jurídico romano ya permitía que las partes en conflicto sometieran la resolución de la controversia a uno o varios particulares de su confianza, sin intervención del Estado. Era la respuesta a una justicia oficial lenta y costosa que desesperaba a los ciudadanos y que los llevaba a acudir a instancias meramente privadas: el arbitraje.

El arbitraje se instaló en Roma hacia finales del siglo -I coincidiendo con la generalización del procedimiento formulario ya

219. De iure iurando, I (GAYO V, ad edictum provinciale) Ulpianus LIX ad edictum

220. De probationibus et praesumptionibus, 2 (Paulus LXIX ad edictum)

221. GAYO, 4, 142 (Interdicta)

comentado y en el que ya existía, por otra parte, una notable componente arbitral.²²²

GAYO en su obra *Instituciones*, señala como *res corporales* aquellas que se pueden tocar (*quae tangi possunt*) y como *res incorporales* aquellas “*quae tangi non possunt, qualia sunt ea quae in iure consistunt*” y el propio GAYO cita como ejemplo de estas últimas un usufructo, una herencia y cualquier obligación en general²²³. La expresada distinción tiene una base filosófica inquestionable: CICERÓN contraponía las cosas que existían físicamente de aquellas que consideraba puras concepciones de la inteligencia. SÉNECA señalaba con claridad la disposición entre corporalia e incorporalia.

Señalaba GAYO²²⁴ que las cosas de derecho humano son públicas o privadas. Las públicas se entienden que no son de nadie, pues se consideran propias de la colectividad. Son privadas las que pertenecen a los particulares. Por otra parte, unas son corporales (un fundo, un esclavo, el oro, la plata, etc.) y otras incorporales (una herencia, un usufructo, cualquier obligación que se haya contratado, etc.).

Así mismo, señalaba que hay ríos públicos y otros que no lo son. Al respecto CARIO define el río público como aquel que es perenne, esta opinión también la suscribe CELSO²²⁵.

En el mundo romano, la propiedad es el eje del ordenamiento jurídico y en él se basa el sistema no sólo jurídico, sino también económico. La propiedad en el mundo romano es el producto

222. Ver al respecto: MARRONE, A. (1998) “Sobre el arbitraje privado en la experiencia jurídica romana. Roma y América,” *Diritto romano comune*, 5 (1998) 57.ss

223. GAYO. *Instituciones* 2, 12-14: sobre res corporales versus res incorporales

224. GAYO, 2, 10-14 (División de las cosas)

225. De fluminibus, 1,3 (Ulpianus LXV III ad edictum)

de un largo desarrollo histórico: Con anterioridad a las XII TABLAS año -451 existía la idea de un poder que correspondía al *páter familias* sobre las personas y las cosas que estaban bajo su potestad. Con posterioridad a las XII TABLAS el poder unitario del *páter familias* sobre personas y cosas da paso a un concepto autónomo del derecho de propiedad, de naturaleza patrimonial, sobre las cosas que se conoce como “*dominium*” y posteriormente “*proprietas*”.

El régimen de la propiedad regulado en el DERECHO JUSTINIANO es el resultado de un prolongado y complejo desarrollo histórico; es en esta época cuando se reconoce plenamente la idea de que cualquier persona puede ser titular de la propiedad con el requisito previo de ser hombre libre.

Las limitaciones legales de la propiedad eran escasas en épocas antiguas, pero fueron “*in crescendo*” en el BAJO IMPERIO. Éstas eran:

a) *Limitaciones de Derecho Público*

Son destacables la prohibición a los propietarios de demoler un edificio para especular con los materiales; limitaciones urbanísticas en orden a la altura y distancia de edificios; obligación, derivada de las XII Tablas, para los propietarios de fundos colindantes con la vía pública de mantenimiento en buen estado: obligación para los propietarios de fundos ribereños a un río de permitir a los particulares usar las orillas para fines de pesca y navegación.

b) *Limitaciones de Derecho Privado*

Hacían referencia a las limitaciones impuestas a los propietarios para armonizar las relaciones con los vecinos.

Son de señalar los frutos de los árboles que caían en la finca colindante y que seguían perteneciendo al propietario del

árbol, aunque desde la ley de las XII TABLAS, el vecino debía permitir al dueño del árbol pasar a su finca a recogerlos en días alternos.

Así mismo, si un árbol extendía sus ramas sobre la propiedad colindante, privándole de sol y luz, el perjudicado podía pedir al dueño del árbol que talase las ramas y si no se avenía lo podía talar por si mismo, quedándose la leña cortada.²²⁶ La amenaza de ruina de una finca vecina (*dammum infectum*) posibilitaba al propietario de la finca amenazada a solicitar del magistrado que pidiese al otro propietario una garantía de indemnización del daño eventual (*cautio damni infecti*).

Sobre la adquisición de la propiedad, tema muy estudiado en los trabajos romanos²²⁷, destacamos la ocupación como acto en virtud del cual una persona toma posesión de una “*res nullius*” con intención de apropiarse de ella y adquiere la propiedad de la cosa.

Dos requisitos requieren la ocupación:

1. El ocupante debe tener la capacidad e intención de hacer suya la cosa (*animus domini*).
2. La cosa, además de ser una *res intra commercium*, debe carecer de dueño (*res nullius*)²²⁸

226. Establece el pretor: “Prohibo que si dejas de arrancarlo tú impidas con violencia que el demandante arranke y se quede con el árbol que se inclina desde su casa sobre la tuya”. D arboribus cae dendis, pr. (Ulpianus LXXI ad edictum)

227. Ver al respecto: DAZA, J.; RODRÍGUEZ, L. (2009) *Instituciones de Derecho Privado Romano*. Tirant lo Blanch, 4^a Edición.

228. “Por la misma razón por la que acceden al suelo las plantas que echan raíces en la tierra se entiende que también el trigo sembrado accede al suelo. Del mismo modo que el que construye en un solar ajeno, cuando el propietario del terreno le reclama el edificio, puede defenderse mediante la excepción de dolo malo, también podrá estar seguro con el auxilio de la misma excepción quien sembró en un fundo ajeno a sus expensas” (Gaius, libro II Rerum quoti dianarum.)

“Si se ha abandonado una cosa deja inmediatamente de ser nuestra y pasa a ser del que la ocupa, puesto que perdemos la propiedad de las cosas del mismo modo que las adquirimos” Pro derelicto, 1 (Ulpianus XII ad edictum)

En el derecho romano se consideraban cosas sin dueño las siguientes:

- Las que con anterioridad no habían sido propiedad de nadie (*res nullis*)
- Las cosas abandonadas por su dueño (*res de derelictae*)
- Las cosas cuyos poseedores eran enemigo del pueblo romano (*res hostiles*)

Las servidumbres se conocieron en Roma como derechos reales que otorgaban al propietario de un fundo un cierto poder domical limitado sobre otro fundo ajeno y vecino. La propiedad así gravada sufre una limitación de contenido y en consecuencia sirve a otro fundo, de ahí la denominación “*servitutes*” propia del derecho romano.

Las servidumbres se agrupaban en dos grandes categorías:

- Servidumbres rústicas (*servitutes praediorum rusticorum*)
- Servidumbres urbanas (*servitutes praediorum urbanorum*)

Las servidumbres rústicas son las más antiguas y destacan las de paso y las de aguas, ya recogidas en la ley de las XII TABLAS.²²⁹

Las servidumbres urbanas más habituales son las de derivar al predio vecino las aguas de la lluvia de un modo natural (*servitus stillicidu*); mediante canales (*servitus fluminis*); el desagüe mediante canalizaciones o tuberías de las aguas pútridas (*servitus cloacae*).

229. “Ninguno de los dueños puede, contra la voluntad del otro, hacer cosa alguna por derecho de servidumbre en la propiedad común, no prohibir que otro lo haga porque nadie puede tener servidumbre sobre cosa propia.” De servitudibus, 4 (Papini anus VII Questionun).

Dice el pretor: prohíbo que se impida por la violencia al demandante el limpiar y reparar la cloaca de que se trata, que tiene desde su casa hasta la tuyu. Dispondré que se dé caución de daño temido, que tenga como causa defecto de obra.” De cloacis 1, pr. (Ulpianus L XXI ad edictum)

Derecho a introducir vigas en el fundo vecino o de apoyar una construcción propia en pared ajena (*servitus omeris ferendi*); el derecho de prohibir que el vecino levante su edificación por encima de una cierta altura (*servitus altius non tolendi*).²³⁰

Así como la configuración de la servidumbre como sujeción permanente de un fundo, a favor de otro, se mantiene durante el desarrollo del Derecho romano hasta JUSTINIANO, la inclusión de los derechos reales de usufructo, el uso y la habitación entre las “servitudes” fue trabajo de los compiladores bizantinos, con voluntad de distinguir las *servitites praediorum* de las *servitutes personarum*.

El usufructo (*usus fructus*) es un derecho real que permite el uso y disfrute de cosa ajena, sin poder disponer de la cosa en sí. Se encuentra en diversos textos de CICERÓN que aluden al usufructo como legado a favor de la viuda. El usufructo es posterior a las servidumbres y puede situarse su aparición a finales del siglo -II.²³¹

El derecho de uso tiene carácter individual y la característica de derecho a usar cosa ajena para satisfacer necesidades propias, no admitiendo derecho de cesión.²³²

230. Servidumbres urbanas son: “la de elevar más alta la edificación y perjudicar las luces del vecino, o de no poder elevar más; igualmente, la de verter aguas que gotea del alero sobre el tejado o el suelo del vecino, o la de no poder verterlas; así mismo, la de apoyar vigas en la pared del vecino, y por último, la de voladizo o cobertizo y otras parecidas a éstas”. De servitutibus praediorum urbanorum, 2.2 “Gaius, II ad edictum”

231. “El usufructo se extingue por la muerte del usufructuario y por dos clases de capititis deminutio: la máxima y la media, y por el no uso en forma y tiempo. Lo cual todo fue establecido en nuestra constitución.” “Consta además que cuando los edificios hubieren sido consumidos por un incendio o, así mismo, derrumbados por un terremoto, o por defecto propio, se extingue el usufructo y no se debe, ciertamente, ni el del solar.” (De usufructu, 3)

232. “No puede negarse parte del uso, pues si ciertamente podemos percibir el fruto en parte, lo que no podemos es usar en parte.” (De usuetabitatione, 19)

El derecho de habitación (*habitatio*) es intransferible y concedido a una persona el habitar en casa ajena y de poder arrendar aquellas habitaciones que no use personalmente.²³³

El antecedente romano de la enfiteusis es el arrendamiento de los “*agrivectigales*” del Estado, municipios, etc.; en los que el arrendatario se le concedía en la práctica a perpetuidad por el canon de un pago periódico la disponibilidad plena del fundo. La duración de dichos contratos administrativos hizo dudar a los juristas sobre si se trataba de un arrendamiento o de una compraventa.²³⁴

Un punto de conflicto permanente era y es el conocido como derecho real de superficie por lo que lo edificado en suelo ajeno se incorpora a la propiedad del dueño del suelo. (*Superficies solo cedit*) éste principio de absorción típico de la sociedad romana establecía que los edificios construidos en suelo ajeno se convertían en propiedad del dueño del suelo.²³⁵

Se permitió a particulares edificar en terrenos públicos y en dicho sentido son muy conocidas las concesiones hechas por los magistrados a los banqueros para construir “*tabernae*” en el foro a cambio de un canon anual. (*Solarium*); el suelo seguía siendo público y era pública también la edificación construida por el particular.²³⁶

233. “Aunque no en todo son asimilados estos casos al usufructo, también cuando fuera legada la habitación, o los servicios de un esclavo, o los de cualquier otro animal, ha lugar a la estipulación (cautio usufrutuaria)” *Usufructarius que madmodum caveat*, 5.3. (*ulpianus LXX IX ad edictum*).
234. Ver al respecto : GAYO 3.15

235. “Si el vecino hubiere edificado sobre tu pared, dicen LABRÓN y SABINO que pasa a su propiedad lo que se hubiera edificado. PRÓCULO, en cambio, dice que es tuyo propio, de igual manera que se haría tuyo lo que otro hubiera edificado en tu solar; esto parece más verdadero.” (*De adquiriendo rerum dominio*, 28 *Pomponius XXXIII ad Sabinum*).

236. “El que vende tiendas de platería y otras que están en suelo público no vende el suelo, sino el derecho. Porque estas tiendas son públicas, y su uso pertenece a los particulares.” *De contrahenda emptione*, 32 (*Ulpianus XLIV at Sabinum*).

Con el objetivo de garantizar un crédito constituido a favor de un acreedor para el supuesto de que el deudor no cumpla su obligación, el derecho romano agrupaba tres tipos de garantía real:

- La fiducia cumple creditores, por la que el acreedor recibía en propiedad civil la cosa entregada por el deudor en garantía, con la obligación de restituirla después de la cancelación de la deuda. La fiducia cayó en desuso en la época postclásica.
- El pignus (prenda) por la que el deudor hacía entrega al acreedor de la cosa pignorada con carácter de posesión, no de propiedad.²³⁷
- Hipoteca (hypotheca) una forma de prenda sin desplazamiento de la posesión lo que permitía varios derechos de hipoteca.²³⁸

Es oportuno remarcar que mientras el Derecho positivo actual conoce la categoría del contrato, el derecho romano sólo conoce contratos particulares. Los contratos de compraventa, sociedad, arrendamiento y mandato aparecen en las postrimerías de la República; siendo los demás convenios conocidos como pactos, que carecían de acción dentro del *ius civile*.²³⁹

Cuando en el mundo helénico se utilizaba la escritura para los negocios jurídicos de importancia, el Derecho romano concedía sólo efectos jurídicos al discurso oral y así mientras el tráfico jurídico heleno se había liberalizado el *ius civile* romano siguió cerrado a los extranjeros. A mitad del siglo -III crecieron las relaciones de Roma en los ámbitos comerciales tan deprisa que se

237. “Lo que puede ser objeto de compraventa puede también pignorarse.” De pignoribus et hypothecis, 9.1. (Gallius IX at edictum provinciale).

238. “Llamamos hipoteca cuando no pasa al acreedor ni siquiera la posesión.”

239. “Veamos primeramente, las que nacen de contrato. De estas hay cuatro géneros, pues los contratos pueden ser reales, verbales, literales o consensuales.” GAYO 3.89 (Clases)

tuvo que nombrar un magistrado especial para procesos de extranjería; el pretor *peregrinus* ejerció un papel decisivo tanto en la liberalización del procedimiento de las XII TABLAS como en el reconocimiento de ciertos contratos obligatorios concluidos sin forma; tal fue el caso de la compraventa, obras y servicios, arrendamientos de cosas, mandato y sociedad.²⁴⁰

6.3 Consideraciones en el ámbito del Derecho Penal Romano

El origen de los *iudicia pública* nace, ante la insuficiencia de un Derecho penal privado, para dar respuesta a las necesidades de una gran urbe con tensiones sociales, un proletariado en crecimiento, y un aumento de esclavos todo lo cual conllevó un auge de la criminalidad. Todo ello exigió la adopción de medidas para mantener la seguridad.

Fue en el Siglo -III cuando se creó una justicia policial contra delincuentes violentos; para todos ellos se estableció la pena de muerte. Era competente para ejercer dicha justicia policial el pretor urbano en su condición de titular del imperium jurisdiccional. Posteriormente SILA (-138 a -78) reorganizó y aumentó los tribunales permanentes que ya existían a finales del Siglo -II y que fueron creados por la LEX SEMPRONIA.

A partir de ese momento existieron tribunales para delitos de alta traición (*quaestio maiestatis*); defraudación de la propiedad del Estado (*quaestio peculatus*); corrupción electoral (*quaestio ambitus*) depredación de las provincias (*quaestio repetudarum*); asesinato, envenenamiento, atenta-

240. “La fuerza obligatoria de dichos contratos no dimanaba del *ius civile*, del derecho propio de los ciudadanos romanos, sino del *ius gentium*.” Ver al respecto: KUNKEL, W. (1984) *Historia del Derecho Romano*. Ed. Ariel Derecho, Barcelona. Traducción (1966): Joan Miquel González de Audicana.

do a la seguridad pública (*quaestio de sicarüs et beneficis*); falsificadores de testamentos o monedas (*quaestio de falsis*) e injurias graves, inclusive la violación de la paz de la casa (*quaestio de iniuris*). Al frente de cada uno de las *questiones* estaba un *pretor*.

Los procedimientos penales públicos no se incoaban de oficio, sino que presuponía siempre la denuncia de un particular.²⁴¹

En la clasificación de las fuentes de las obligaciones que enumera JUSTINIANO, se recogen unos actos ilícitos, “*quae quasi ex delicto nascuntur.*” Son una serie de hechos no contemplados como “*delicta*” por el *ius civile*, que no obstante originan los efectos propios de los actos delictivos y en particular la obligación de reparar los daños causados.

Los compiladores justineaneos clasificaron como “*quasi delicta*” los cuatro siguientes supuestos:

a) *Index quiliten suam fecit:*

la Ley de las XII Tablas castigaba al magistrado que se dejaba corromper con la pena de muerte; asimismo el magistrado que en la resolución o tramitación de un proceso incurre en dolo o culpa puede ser condenado a reparar los daños producidos. Esta acción no se limita a las sentencias conscientemente injustas, sino además reprime cualquier descuido del magistrado en su actuación “*imprudencia iudicis*”²⁴²

241. Sobre el Derecho penal romano ver: DAZA, J.; RODRÍGUEZ, L. (2009) *Instituciones de Derecho privado romano*. Tirant lo Blanch, 4º edición; ver también: KUNKEL, W. (1984) *Historia del Derecho Romano* Ed. Ariel Derecho, Barcelona.

242. Ver al respecto: DAZA, J.; RODRÍGUEZ, L. (2009) *Instituciones de Derecho privado romano*. Tirant lo Blanch, 4º edición

b) *Actio de effusis et delectis:*

Mediante esta acción el Derecho pretorio sancionaba los daños ocasionados a los viandantes por líquidos o sólidos lanzados a la calle desde los edificios.

c) *Actio de positis et suspensis:*

Era una medida de policía dirigida a reprimir hechos atentatorios del uso libre de lugares transitados o de estacionamiento habitual.

d) *Actio en factum contra nautas, caupones, stabularios:*

Que representa una acción de responsabilidad contra navieros, posaderos y dueños de establos, derivada de culpa in eligendo o in vigilando por el daño causado pòr sus dependientes en las cosas de sus clientes.

Por otra parte, aunque no figure en el bloque justineaneo de los cuasi delitos, se debe señalar la “*actio aedilicia de feris*” que se daba contra quien tiene animales peligrosos sin atar en lugares transitados.

6.4 Consideraciones en el ámbito del Derecho Laboral Romano

El Derecho del trabajo romano tiene una capital importancia para España, a partir de tres fenómenos de diferente significado y transcendencia:

- a) Su aplicación en España durante la dominación romana
- b) La supervivencia de gran parte de sus normas y su influencia en nuestro Derecho histórico.

- c) La utilización y aplicación del Derecho romano de la “*locatio conductio, operarum u operis*” para formalizar el elemento central del sistema jurídico liberal que consagra el principio de autonomía de la voluntad en materia de trabajo.

La concepción del trabajo en la antigua Roma, tiene un signo negativo. El pensamiento de PLATÓN, ARISTÓTELES, CICERÓN, SENECA, TÁCITO, etc. nos lleva a las siguientes conclusiones: la vida contemplativa, en ocio, eleva la dignidad del hombre porque el cultivo del espíritu le asemeja a los dioses cuya vida transcurre sin trabajo mientras que el ocuparse de las cosas útiles es incompatible con la vida en ocio y por ello envilece.

El resultado de todo ello es que el hombre libre no debe de ocuparse de trabajos materiales ya que su destino es el cultivo de la vida del espíritu. Ello nos lleva a la necesidad de la existencia de esclavos de los que, según ARISTÓTELES, “el empleo de las fuerzas corporales es el mejor y único partido que puede sacarse de su ser.”

Admitido que el hombre libre no puede trabajar sin contradecir su estado natural, la esclavitud es una institución igualmente natural desde el mismo momento en el que los instrumentos de Producción no trabajen solos. Así puede afirmarse que el destino natural del esclavo es el trabajo, y en consecuencia el trabajo es un signo de esclavitud que envilece a quien lo presta. El propio ARISTÓTELES extiende la consideración social del esclavo al trabajador libre, al admitir que “el trabajo del obrero es, en cierto modo, una esclavitud limitada” y añade “En las ciudades bien organizadas no se consiente a los ciudadanos dirigir su vida hacia la artesanía o el comercio, pues tales actividades están desprovistas de dignidad y son perjudiciales para la perfección del carácter.”

CICERÓN argumentó que “el trabajo de un asalariado al que se paga por su labor, y no por su capacidad artística, es indigno de un hombre libre, y es innoble por su naturaleza, pues en este caso el dinero es el precio de la esclavitud”.²⁴³

La esclavitud tuvo una importancia capital en Roma y aunque moralmente es inadmisible en la práctica tuvo un papel básico en las sociedades antiguas que hizo posible la evolución y el progreso. Por otra parte, debe de tenerse en cuenta que la falta de capacidad jurídica, que caracteriza a los esclavos, como hemos señalado anteriormente, fue subsanada por el talento y la imaginación para encontrar figuras jurídicas alternativas que subsanaban dichas carencias. Así la falta de capacidad jurídica se suplía por una capacidad de obrar que, en la práctica, permitía al esclavo suplir la falta de juridicidad. No se le autorizaba el matrimonio, pero se permitía el contubernio. El esclavo no podía ser sujeto del derecho de propiedad, pero se le reconocía el peculio. No podía contratar, pero se le permitía contraer “obligatio naturales.” Posteriormente el Derecho pretorio amplió notablemente el campo de capacidad de los esclavos.²⁴⁴

Desde una visión general cabe señalar que la organización del trabajo en Roma partía de la evolución económica en la que la agricultura era preponderante; hasta la gran expansión colonial de la República fue una economía cerrada que respondía a una necesidad de auto suficiencia; el núcleo primario, la familia, se confundía con el núcleo económico o unidad de producción. Los miembros del grupo familiar, o sea la esposa, hijos y demás dependientes, entre los que se encontraban los esclavos, bajo la

243. CICERÓN. *De Officiis* (libro I)

244. Ver al respecto: CARRO IGELMO, A.J. (1992) *Historia social del trabajo*. Bosch Casa Editorial, 8^a edición; Barcelona.

dirección y el poder del padre, se ocupaban de las tierras con sus propios medios.

La expansión política de Roma y con ella el comercio con otras comarcas en la península de Italia, así como con otros países limítrofes, obligó a crear otras unidades de producción nuevas que desbordaron el anterior marco familiar, si bien no se abandonó totalmente este modelo de organización salvo para dar paso a los esquemas de la organización militar, a través de la cual se realizaban las grandes obras públicas.

En cuanto al régimen jurídico privado de la antigua Roma, el trabajo corría a cargo de los miembros de la familia, las prestaciones de los cuales se enmarcaban en las relaciones jurídicas familiares y las prestaciones del esclavo, que era una *cosa*, (*res*), y como tal susceptible de dominio, de usufructo y de uso. El trabajo del esclavo entraba en el patrimonio de su amo de forma automática. No debemos olvidar que una relación jurídica obligacional entre amo y esclavo era jurídicamente imposible ya que la relación se daba entre una persona y una cosa, el esclavo trabajador.²⁴⁵

Avanzada la República fue cuando los hombres libres entraron en el mercado de trabajo y contrataron la prestación de sus servicios, aunque el nuevo hecho se reguló de acuerdo con criterios viejos.

La prestación del trabajo por cuenta ajena implicaba una fuerte dependencia personal del trabajador, únicamente tras el proceso de transformación del ambiente económico romano se alcanzó una diferenciación entre el trabajo de signo esclavista

245. Ver al respecto: BORRAJO DACRUZ, E. (2013) *Introducción al Derecho del trabajo*. Ed. Tecnos, 22^a edición.

y las formas del trabajo realizado a favor de un grupo familiar por personas extrañas al grupo. En dicho sentido debe señalarse que el trabajo y la situación personal y social de los libertos fueron determinantes al respecto.

Sistematizados en el Derecho de obligaciones, bajo la rúbrica de contratos consensuales, pactados por personas consideradas libres, se desarrollaron actividades laborales que crearon una relación de trabajo, los contratos de arrendamiento civil y dentro de ellos, los arrendamientos de cosas, los arrendamientos de obras y los arrendamientos de servicios, fueron buenos ejemplos de ello.

Podemos constatar que el arrendamiento, en tanto que contrato consensual, un sujeto (*locator*) se compromete con otro, a través de una relación obligacional, a procurar el uso y disfrute de una cosa, a que se realice una obra o a que se le preste determinados servicios por parte del arrendatario (*conductor*) quien paga una cantidad en el primero de los casos y recibe una remuneración en los otros.

La concepción primitiva de lo laboral como algo perteneciente al derecho de cosas, se refleja en la falta de un término latino equiparable al moderno concepto jurídico del trabajo como actividad; para el resultado del trabajo, especialmente del trabajo perfectamente concretado en una realización material (un muro construido, una cubierta realizada, etc.) existe la terminología “*Opu.*”²⁴⁶

Al concebir el trabajo como fruto físico del hombre, y no como una actividad humana para un fin, se entiende que se regule

246. PÉREZ LEREÑO, J. (1948) *Antecedentes de la relación laboral en el Derecho romano*. Ed. Escuela Social de Madrid.

aplicando el derecho de cosas. La relación laboral resulta deshumanizada lo que repercute en el concepto real del trabajo y en la personalidad del trabajador que pasa a ser una cosa objeto de arrendamiento en determinadas circunstancias.

El trabajo no revestía originariamente la importancia social que se le ha dado posteriormente y ello por las siguientes razones:

1. Carácter vil del trabajo manual.²⁴⁷
2. Consideración del trabajo agrícola como el único honorable.²⁴⁸
3. Primitiva organización social agrícola.
4. Inexistencia de conflictos entre el capital y el trabajo frente a la intensidad que ha presentado en tiempos modernos.
5. Gran importancia que en la economía romana tuvo la producción doméstica y el trabajo obligatorio poco apto para una regulación jurídica.²⁴⁹

Finalmente señalar que la organización corporativa en Roma no representó una repercusión jurídica, lo bastante importante como para estructurar un sistema gremial con legislación arraigada, como si ocurrió en la etapa bizantina.



247 Impuesto en su día a Grecia por Esparta. Ver al respecto: BAYÓN CHACÓN, G. (1955) *La autonomía de la voluntad en el Derecho del trabajo*. Ed. Tecnos, Madrid.

248. Ver al respecto: LAS XII TABLAS.

249. BUCKLAND W.W. (1908) *The Roman Law of Slavery: The Condition of the Slave in Private Law from Augustus to Justinian*. Ed. The Lawbook Exchange Ltd. Se recogen los sistemas de trabajo obligatorios en los diversos momentos de la historia romana.

❖ 7 LA EDAD MODERNA

7.1 Preliminares

Según el calendario juliano, el 29 de mayo de 1453 cae *Constantinopla* en manos de los turcos. Esta fecha marca en Europa el fin de la *Edad Media* y del predominio de BIZANCIO en el continente desde la caída del IMPERIO ROMANO DE OCCIDENTE (476).

Pocos años después de la caída del IMPERIO ROMANO DE ORIENTE, un círculo de amigos en torno a COSME DE MEDICI (1389 a 1464) funda en 1459 la ACADEMIA PLATÓNICA FLORENTINA: una institución humanista que se dedica inicialmente a discutir sobre temas literarios, teniendo por misión la conciliación del cristianismo con el platonismo; frente a este noble intento, la ACADEMIA se muestra poco flexible con otras corrientes filosóficas como el aristotelismo o las derivadas de las ideas del filósofo cordobés AVERROES (1126 a 1198).

La importancia de la ACADEMIA FLORENTINA reside, primero, en el talante HUMANISTA de sus miembros que retoman el legado ideológico y cultural que se genera en la Atenas de PERICLES, y, segundo, en su influencia sobre otras ciudades italianas y del resto de Europa que imitan rápidamente la iniciativa de COSME DE MEDICI en Florencia. Como fruto de la difusión de estas ideas surge uno de los movimientos culturales con mayor relevancia en la historia de Occidente: EL RENACIMIENTO.

Los avances en la navegación permitirán viajes más largos y seguros, propiciando así las expediciones que obtendrán como resultado el descubrimiento de nuevos mundos. Llega *la Pri-*

mera *Unidad del Mundo*: ahora, todos los continentes interaccionan entre sí comercial y culturalmente, y surgen, con serios desequilibrios, las primeras economías internacionales.

El HUMANISMO, núcleo del ideario renacentista, es hegemónico en Europa hasta finales del siglo XVI; después, se transforma y diversifica, y su irradiación se ve atenuada por los pactos que irremediablemente tiene que hacer con reformas y contrarreformas de carácter religioso, con el racionalismo implacable de la ILUSTRACIÓN y con la corriente ENCICLOPEDISTA.

Entre los años 1600 y 1740 tendrá lugar una *Revolución Tecnológica*²⁵⁰ de carácter *agrícola-financiero*: algunos sectores de producción económica, como las finanzas, la agricultura y el comercio, se pondrán a la cabeza requiriendo recursos de todo tipo y pasarán a liderar la economía de Occidente.

En Francia, con la *Toma de la Bastilla* el 14 de julio de 1789, se iniciará informalmente una revolución de carácter social, cuyo traumático desenlace acabará rompiendo el equilibrio político-social existente en Europa y marcará el final del *Periodo de la Historia* conocido como *Edad Moderna*.

7.2 De las Cuentas y Escrituras y el Arsenal de Venecia

Nos remontamos al RENACIMIENTO del 1494. Ese año se publica en Venecia la primera gran obra de Fray LUCA PACIOLI (1445 a 1517), “*Summa de arithmeticā geometriā proportioni et proportionita*”. La dedicatoria está dirigida exclusivamente a GUIDO UBALDO DA MONTEFELTRO (1472 a 1508), DUQUE DE URBINO, su mecenas.

250. Šmihula, D. (2010) Waves of technological innovations and the end of the information revolution. *Journal of Economics and International Finance* Vol. 2(4), pp. 58-67.

La *Summa de arithmeticā*, dividida en cinco partes, es un referente destacado tanto en la historia de la Economía como de las Matemáticas. En su seno se halla el tratado “*De Computis et Scripturis*” (*De las cuentas y de la Escritura*), que está considerado como la primera exposición impresa de la Contabilidad por Partida Doble. En esta parte, explica PACIOLI la forma de llevar las cuentas en las repúblicas italianas de aquella época. Pero esta explicación no la hacía Fray LUCA con grandes pretensiones científicas, sino, por el contrario, con el propósito inmediato de que los administradores de su mecenas registrasen correctamente todo lo que afectaba a la hacienda del noble.

La *Summa* de PACIOLI es una obra compiladora de saberes ya conocidos, por lo que su importancia no reside en su originalidad sino en su carácter enciclopédico y en el hecho de estar escrita en lengua vernácula haciéndola más popular. La obra contiene tratados sobre *Teneduría de Libros*, entre los que se encuentra *De Computis et Scripturis*, más tratados sobre *Álgebra* y *Aritmética básica*, incluyendo algoritmos prácticos para las operaciones numéricas elementales y las raíces cuadradas, más tratados sobre *Aritmética Comercial*, conocida y utilizada por los mercaderes venecianos de la época, más tratados sobre *Sistemas Monetarios, de Pesas y Medidas* de frecuente uso en las ciudades-estado de Italia, más tratados sobre *Geometría teórico-práctica*. A nuestro juicio, tanto por los temas que se tratan en la obra como por su carácter aplicativo orientado a la Gestión, convierten a *Summa de arithmeticā* en el primer compendio que integra conocimientos sobre *Métodos Cuantitativos de Organización de la Producción* en Occidente.

A LUCA PACIOLI no le corresponde, pues, la paternidad de la contabilidad por partida doble, paternidad que él nunca reclamó; todo lo contrario, pues en su tratado especifica claramente que va a limitarse a explicar el método que usan los comerciantes para

register sus anotaciones, exponiendo a estos efectos el “método de Venecia, que es ciertamente el más recomendable de todos y que puede servir de orientación en todos los demás casos.” Lo que si le corresponde a PACIOLI es el mérito de haber publicado en forma impresa el primer trabajo sobre el tema y en lengua romance. Sabemos ahora que la contabilidad por partida doble era conocida por los mercaderes italianos desde hacia por lo menos un par de siglos.

Casi por los mismo tiempos y en la misma Venecia, nos encontramos con uno de los primeros ejemplos ilustrados de líneas de producción y montaje: el ARSENAL DE VENECIA. Un observador de la época describe:

“Al pasar la puerta se ve una larga calle a cada lado, con el mar en medio y hay ventanas en las casas del arsenal, en cada lado de la calle, y vi una galera que entró a remolque, y desde las ventanas le pasaban, los cabos de una, de otra el pan, de otra las armas, y de otras las municiones y morteros, y así, de ambos lados, se le pasaba todo lo necesario, y cuando la galera llegaba al fin de esta calle, todos los hombres requeridos estaban a bordo, junto con el complemento de remos, y esta quedaba equipada de punta a punta. De esta manera, diez galeras, completamente armadas, salían entre las tres y las nueve horas”.²⁵¹

En su mejor momento, este sistema de *fabricación orientada al producto* consiguió una tasa de fabricación igual a una nave de guerra-mercante diaria en régimen permanente, cuando otras potencias navales europeas, como Inglaterra o España, necesitaban más de un mes para hacer un producto con similares características en sus instalaciones trabajando en sistemas productivos de *posición fija*. En cuanto a las operaciones de armamento en serie de galeras en la *línea de vestido*, incluidas las del alistamiento del

251. ALBERS, HENRY H. (1968) *Principios de Organización y Dirección*. ED. LIMUSA.

personal, podemos hablar de un tiempo de ciclo de 36 minutos si asumimos las apreciaciones del *observador español* de ALBERS²⁵²: cada 36 minutos una galera completamente armada salía de la línea.

En el siglo XVI, EL ARSENAL llegó a dar trabajo a unos 16000 profesionales²⁵³ con distintos artes y oficios: militares, operarios de montaje, carpinteros, metalúrgicos, herreros, forjadores, artesanos del remo, la soga y la vela, e ingenieros de diseño, navales y de armamento, entre otros. Sus instalaciones ocupaban unas 24 hectáreas dentro de un recinto amurallado con un perímetro de 5 kilómetros.

La complejidad organizativa intrínseca de EL ARSENAL se pone en evidencia a través de la diversidad de las operaciones que allí se llevaban a cabo y que debían ser coordinadas.

Por un lado se realizaban operaciones de transformación física de bienes clasificadas en las actividades de producción económica como industrias manufactureras naval y de defensa, pues en EL ARSENAL se fabricaban y se montaban armas y equipos complementarios como las *bombardas*²⁵⁴. Allí, también se dirigían operaciones vinculadas con el servicio de defensa como eran las correspondientes a alistar recursos humanos para el combate.

252. ALBERS, HENRY H. (1968) *Ibidem*.

253. *Arsenalotti nella Repubblica di Venezia*: Corporación de trabajadores militarizados fundada en el siglo XI con el propósito de unificar y nacionalizar las actividades de producción económica vinculadas con la industria naval veneciana. Los miembros de este Cuerpo social tenían la custodia de EL ARSENAL, vivían en sus proximidades en casas facilitadas por el gobierno, tenían garantizada una paga del estado en caso de enfermedad y podían transferir sus puestos de trabajo a sus descendientes; en contrapartida, eran castigados con la muerte o el destierro en caso de robo o de causar daños en las instalaciones navales y sus directivos no podían abandonar el territorio del Estado sin el permiso explícito del gobierno; constituyán la columna vertebral de la armada veneciana.

254. Arma de fuego portátil precursora del cañón con forma cilíndrica. Se empleada como pieza de artillería para la defensa en las murallas y se incorporaba a las naves de guerra.

Por otro lado se realizaban operaciones puramente logísticas relativas a manutención y almacenaje, pues la instalación, además de ser una fábrica, operaba como almacén de los elementos que fabricaba y reparaba. Entre las funciones abarcadas, se encontraban: la distribución en planta de recintos según sus funciones, la localización de instalaciones y su parcelación para productos según sus características, y la gestión de inventarios según el tipo de demanda, dependiente o no, de éstos. Es evidente que en EL ARSENAL existían divisiones funcionales del trabajo y, muy probablemente, se utilizaba algún método de planificación y de programación de la producción sostenido por un proceso de fabricación bien definido.

En cualquier caso, El ARSENAL DE VENECIA no surge “de la noche a la mañana”: fue hacia el año 1104 cuando ORDELAFO FALIERO, XXXIV DUX DE VENECIA (1102 a 1117), ordena su asentamiento, propiciando, así, una revolución en la organización de la construcción naval (en principio destinada a buques de combate y galeras de mercado en masa). El Arsenal, como casi todo sistema productivo industrial complejo, pasaría por procesos de mejora continua y reingeniería: VECCHIO (c.1100 a c.1300), NUOVO (c.1300 a c.1400) y NOVISSIMO (1473 a 1573); de hecho, la frenética actividad del Arsenal, en su renacer como ARSENAL NUOVO a principios del siglo XIV, fue descrita con particular ingenio por un poeta florentino:

“Así de puente en puente, conversando de lo que mi Comedia no se ocupa, subimos, y al llegar hasta la cima nos paramos a ver la otra hondonada de Malasbolsas y otros llantos vanos; y la ví tenebrosamente oscura.

»Como en los arsenales de Venecia bulle pez pegajosa en el invierno al reparar sus leños averiados, que navegar no pueden; y a la vez quien hace un nuevo leño, y quien embrea los costados a aquel que hizo más rutas; quien remacha la popa y quien la proa; hacen otros los remos y otros cuerdas; quien repara mesanas y trinquetas;

*así, sin fuego, por divinas artes, bullía abajo una espesa resina, que la orilla impregnaba en todos lados.*²⁵⁵

7.3 Tempo DA VINCI

En el año 1509, PACIOLI se encuentra de nuevo en Venecia cuidando la edición de su segunda obra más relevante²⁵⁶: *De Divina Proportione*. El libro consta de 71 capítulos, redactados en forma de cartas dirigidas al DUQUE DE MILÁN, LUDOVICO SFORZA (1452 a 1508), que pueden estructurarse en partes: (1) estudio sobre las propiedades del número Φ y la *proporción áurea* en la geometría, respondiendo a la preocupación de los artistas de la época sobre cómo obtener conclusiones prácticas acerca de la *teoría de las artes visuales (la Perspectiva: la teoría de la visión)* mediante las matemáticas; (2) estudio de los poliedros regulares y otros dependientes de ellos, su construcción y sus relaciones lineales; y (3) estudio sobre las relaciones de superficie y volumen de los poliedros regulares, y la construcción de cuerpos sólidos en general por adición, intersecciones y planos de cortes, finalizando con la definición de términos matemático-geométricos. La obra contiene además unas ilustraciones de lujo sobre los cuerpos estudiados realizadas por LEONARDO DA VINCI (1452-1519); en contrapartida, el genial *Uomo Universale* del Renacimiento ampliaría sus conocimientos matemáticos²⁵⁷.

Autodidacta en todos los saberes, LEONARDO es un práctico que se forma en un taller, la escuela de ANDREA VERROCCHIO

255. Dante Alighieri (1265 a 1321). Canto XXI - El Infierno (1304 a 1308). *La Divina Comedia*

256. PACIOLI, L. (1991) *La Divina proporción*. Ediciones Akal, Madrid. Traducción: Juan Calatrava Escobar.

257. PACIOLI se trasladó a Milán en 1496 invitado por de LUDOVICO SFORZA (IL MORO) para enseñar Matemáticas; allí debió encontrarse con LEONARDO, a la sazón al servicio del ducado, y, posiblemente, se estableció una relación profesional entre ambos genios hasta la caída del Duque en 1499.

(1435-1488), donde se aprende pintura, fundición, talla, planimetría, apertura de canales y obras públicas y arquitectura, cuyo aprendizaje y práctica implicaban la posesión de un voluminoso conocimiento científico y matemático. Por ello las aportaciones y las soluciones de LEONARDO no son teorías que han quedado redactadas formalmente, creando una escuela filosófica, sino que su legado se concreta en tratados que contienen descripciones y dibujos con comentarios que se derivan de un voraz apetito por la observación al detalle.

Dominaba la geometría descriptiva, por lo que sus bocetos son propios de un ingeniero de diseño de máquinas y su ciencia está orientada a la acción. Pero LEONARDO va más lejos de la descripción y el cálculo. No parece mostrar interés por *lo estético*; no se limita a dibujar paisajes en los que no esté presente alguna fuerza de la naturaleza: se preocupa por el dinamismo y por la cualidad de las cosas más allá de su apariencia. De su observación, plasmada en sus reflexiones, dibujos y estudios, se desprende que la realidad natural para él no se limita a las cifras y a su vertiente mecánica. Su enfoque es claramente sistémico y rodeado de complejidad, y contiene una visión de conjunto fuera de lo común.

LEONARDO, a pesar del puesto relevante que ocupa en la *Historia del Arte*, se consideró siempre más ingeniero que artista. Y así hay que entenderlo, no sólo porque sus diseños industriales²⁵⁸ no tengan nada que envidiar a los actuales, sino porque una gran parte del trabajo que desarrolló durante muchos años estuvo relacionado con la arquitectura e ingeniería civil y mi-

258. Hacia el año 1497 LEONARDO diseñó una máquina para cortar los hilos restantes en el tejido recién hilado. Era un trabajo tedioso y largo que el artista pretendía automatizar con una mentalidad abiertamente moderna (por no decir, orientada hacia el esfuerzo justo y necesario), puesto que aún no estaba arraigada la idea de industrialización del trabajo, con los presupuestos de ahorro de material, energía y operarios humanos.

litar: en la corte del Ducado de Milán (c.1482 a 1499) más en la República de Venecia como arquitecto e ingeniero militar (1499 a 1500) más para el gobierno de Florencia como arquitecto e ingeniero hidráulico y militar (1503 a 1504), entre otros puestos de trabajo. En una carta de presentación dirigida al duque de Milán, LUDOVICO IL MORO, hacia el año 1482, LEONARDO, con 30 años de edad, confiesa sus preferencias sobre una pretendida y lograda trayectoria curricular.

"Ilustrísimo señor mío: Habiendo visto y juzgado en cantidad suficiente los modelos de todos aquellos que se consideran maestros y constructores de instrumentos bélicos, y como el diseño y las prestaciones de dichos instrumentos no se distinguen en absoluto de las que se usan comúnmente, me atreveré, sin menoscabar a nadie, a reclamar la atención de Vuestra Excelencia, con el propósito de desvelarle mis secretos, y, poniéndome a su completa disposición, me ofrezco para tratar de manera eficaz y en tiempo oportuno sobre todos estos asuntos que, en aras de la brevedad, serán en parte aquí apuntados:

1 *Dispongo de tipos de puentes muy ligeros y sólidos, adecuados para ser transportados con gran facilidad y, gracias a ellos, seguir o, en alguna ocasión esquivar a los enemigos. Hay otros que son seguros e indestructibles por el fuego o el fragor de la lucha, fáciles y cómodos de quitar y poner. También conozco las formas de quemar o destruir los puentes de los enemigos.*

2 *Cuando una plaza es sitiada, sé eliminar el agua de los fosos y hacer numerosos puentes, galerías, escalas y otras máquinas apropiadas para esta clase de empresa.*

3 *Asimismo, si por razón de la altura de los taludes o por la fortaleza de la plaza o por su posición no fuese posible durante el asedio emplear el recurso de las bombardas, dispongo de procedimientos para destruir cualquier tipo de promontorio o de fortificación, incluso si hubiese sido construida sobre la propia roca.*

4 *Dispongo, asimismo, de tipos de bombardas muy útiles y fáciles de transportar: con ellas es posible arrojar piedras pequeñas como si se tratase de una tempestad, y con la humareda que se forma,*

causan gran pavor al enemigo, originándole graves daños y confusión.

5 Asimismo, tengo los medios para excavar pasadizos y vías secretas, tortuosas, realizadas sin ningún ruido con el fin de alcanzar [el objetivo] proyectado, incluso si fuese preciso pasar por debajo de un foso o un río.

6 De igual modo, construiré carros cubiertos, seguros e inatacables, los cuales, penetrarán entre los enemigos con su artillería: por grande que sea una compañía de gentes de armas quedarán derrotados. Y tras estos podrá avanzar la infantería sin sufrir daños ni impedimentos.

7 En el caso de que fuese necesario, haré construir bombardas, morteros y pasavolantes, de bellísimo y útil diseño, al margen del tipo común.

8 Allí donde la operación con las bombardas fuese impracticable, construiré brigolas, catapultas, trabuquetes y otras máquinas de admirable eficacia, diferentes de las comunes. En definitiva, según la variedad de las situaciones, construiré diversos y numerosos artificios de carácter ofensivo y [defensivo].

9 Si la confrontación tuviese lugar en el mar, dispongo de instrumentos de muchas clases, tanto ofensivos como defensivos. Y navíos que resistirán la acción de potentes bombardas, el polvo y las humaredas.

10 En tiempos de paz, creo que puedo compararme a satisfacción con cualquier otro en arquitectura, en construcción de edificios, públicos y privados, y en conducción de aguas de un lugar a otro. Asimismo, puedo realizar esculturas de mármol, de bronce o de arcilla.

Igualmente en pintura puedo hacer tanto y tan bien en comparación con cualquier otro, sea quien sea.

Aún más, resultará posible llevar a cabo la escultura del caballo de bronce, obra que proporcionará gloria inmortal y eterno honor a la feliz memoria del señor, vuestro padre, y a la inclita casa de los Sforza. Y si algunas de las cosas sobredichas a alguien pareciesen imposibles e irrealizables, yo estoy dispuesto a hacer

*una demostración en vuestro parque o en el lugar que le agrade a Vuesstra Excelencia, a la cual me encomiendo con muestras de la mayor humildad.*²⁵⁹

No es aventurado atribuir a LEONARDO los primeros desarrollos de los estudios sobre movimientos y métodos. Hizo dibujos, realizó estudios exhaustivos, y describió como nadie hasta entonces los mecanismos del cuerpo humano, dejando claro además que el cuerpo no es sólo una máquina. Sus estudios no se dedican sólo a plasmar la perspectiva sobre retratos humanos y sobre escenas estáticas de seres vivientes; todo lo contrario, se aleja de convertir el mundo en una máquina fría y perfecta, pues añade a sus trabajos unos principios orgánicos y biológicos que se ven plasmados en fortalezas, máquinas de guerra y diseños urbanísticos y arquitectónicos. El mundo para él presenta un constante cambio y parece estar regido por fuerzas naturales que crean y destruyen de una manera incesante. Los torbellinos y la ondulación aparecen en cabellos femeninos, la tierra, el agua, el aire y la luz, y sus seres vivientes dependen unos de otros y siempre encuentran el modo de organizarse por ellos mismos. Intuye las cadenas tróficas, pues para él “*El hombre y los animales son un medio para el tránsito y la conducción de los nutrientes*”. No niega ni afirma la existencia de *Leyes Naturales*, aunque elogia los productos de *La Naturaleza* cuando escribe: “*nunca se encontrará invento más bello, más sencillo o más económico que los de la naturaleza, pues en sus inventos nada falta y nada es superfluo*”.²⁶⁰

LEONARDO también realiza importantes aportaciones en *Ergonomía* concentrándose en uno de sus pilares: *la Antropometría*.

259. *Borrador de una carta de presentación de Leonardo da Vinci dirigida a Ludovico Sforza, duque de Milán (c. 1482)*. Milán, Biblioteca Ambrosiana. *Codex Atlanticus*, f. 391r-a / 1082r.

260. PIGEM, J. (2013) El visionario de la ciencia. Leonardo Da Vinci. *Historia - National Geographic - España*, nº 113.

Sus estudios sobre las proporciones del cuerpo humano se ven reflejados a través de sus dibujos.

No cabe duda que los trabajos de MARCO VITRUBIO (-I) fueron una sólida fuente de inspiración en la faceta antropométrica de LEONARDO. En efecto, VITRUVIO describe, en su tratado *De Architectura*²⁶¹, las proporciones de un “*cuerpo humano bien formado*” en sus reflexiones sobre la composición y la simetría de los templos, pues para VITRUVIO “*ni puede ningún edificio estar bien compuesto sin la simetría y proporción, como lo es un cuerpo humano bien formado*”.

*“Así mismo el centro natural del cuerpo humano es el ombligo; pues tendido el hombre supinamente, y abiertos brazos y piernas, si se pone un pie del compás en el ombligo y se forma un círculo con el otro, tocará los extremos de pies y manos. Lo mismo que en un círculo sucederá en un cuadrado; porque si se mide desde las plantas a la coronilla, y se pasa la medida transversalmente á los brazos tendidos, se hallará ser la altura igual á la anchura, resultando un cuadrado perfecto.”*²⁶²

(VITRUVIO (-I) *De la composición y simetría de los Templos*)

En los márgenes superior e inferior de EL HOMBRE DE VITRUVIO (1487), LEONARDO enmarca su conocido dibujo con unas anotaciones antropométricas. Estas breves notas, debido a su contenido y grado de minuciosidad expresiva, han servido como ejemplo metodológico a seguir por ingenieros y ergónomos en el diseño de puestos de trabajo en talleres. Veamos:

“Vitruvio el arquitecto, dice en su obra sobre arquitectura que la naturaleza distribuye las medidas del cuerpo humano como sigue:

261. VITRUVIO (-I) *Los diez libros De Architectura de M. Vitrubio Polión*. Traducidos del latín y comentados por Don Joseph Ortiz y Sanz, presbítero de Orden Superior. En Madrid en la Imprenta Real, año de 1787.

262. VITRUVIO (-I) *Op.Cit.* Libro III, Capítulo Primero: *De la composición y simetría de los Templos*.

que 4 dedos hacen 1 palma, y 4 palmas hacen 1 pie, 6 palmas hacen 1 codo, 4 codos hacen la altura del hombre. Y 4 codos hacen 1 paso, y que 24 palmas hacen un hombre; y estas medidas son las que él usaba en sus edilicios. Si separas la piernas lo suficiente como para que tu altura disminuya $1/14$ y estiras y subes los hombros hasta que los dedos estén al nivel del borde superior de tu cabeza, has de saber que el centro geométrico de tus extremidades separadas estará situado en tu ombligo y que el espacio entre las piernas será un triángulo equilátero. La longitud de los brazos extendidos de un hombre es igual a su altura. Desde el nacimiento del pelo hasta la punta de la barbilla es la décima parte de la altura de un hombre; desde la punta de la barbilla a la parte superior de la cabeza es un octavo de su estatura; desde la parte superior del pecho al extremo de su cabeza será un sexto de un hombre. Desde la parte superior del pecho al nacimiento del pelo será la séptima parte del hombre completo. Desde los pezones a la parte de arriba de la cabeza será la cuarta parte del hombre. La anchura mayor de los hombros contiene en sí misma la cuarta parte de un hombre. Desde el codo a la punta de la mano será la quinta parte del hombre; y desde el codo al ángulo de la axila será la octava parte del hombre. La mano completa será la décima parte del hombre; el comienzo de los genitales marca la mitad del hombre. El pie es la séptima parte del hombre. Desde la planta del pie hasta debajo de la rodilla será la cuarta parte del hombre. Desde debajo de la rodilla al comienzo de los genitales será la cuarta parte del hombre. La distancia desde la parte inferior de la barbilla a la nariz y desde el nacimiento del pelo a las cejas es, en cada caso, la misma, y, como la oreja, una tercera parte del rostro »

[...]

El ombligo es el punto central natural del cuerpo humano. En efecto, si se coloca un hombre boca arriba, con sus manos y sus pies estirados, situando el centro del compás en su ombligo y trazando una circunferencia, esta tocaría la punta de ambas manos y los dedos de los pies. La figura circular trazada sobre el cuerpo humano nos posibilita el lograr también un cuadrado: si se mide desde la planta de los pies hasta la coronilla, la medida resultante será la misma que se da entre las puntas de los dedos con los brazos extendidos; exactamente su anchura mide

*lo mismo que su altura, como los cuadrados que trazamos con la escuadra. Por tanto, si la naturaleza ha formado el cuerpo humano de modo que sus miembros guardan una exacta proporción respecto a todo el cuerpo, los antiguos fijaron también esta relación en la realización completa de sus obras, donde cada una de sus partes guarda una exacta y puntual proporción respecto a la forma total de su obra. Dejaron constancia de la proporción de las medidas en todas sus obras, pero sobre todo las tuvieron en cuenta en la construcción de los templos de los dioses, que son un claro reflejo para la posteridad de sus aciertos y logros, como también de sus descuidos y negligencias.*²⁶³

(LEONARDO (1487) Anotaciones sobre dibujo: *El Hombre de Vitruvio*)

EL HOMBRE DE VITRUVIO es, sin duda alguna, uno de los precedentes más sugerentes e ilustrativos del objetivo primordial de cualquier análisis del trabajo: el acceso cómodo del trabajador a todos los elementos (herramientas, dispositivos, componentes, etc.) que se le requiere en su puesto de trabajo para realizar las tareas encomendadas. El diseño de puestos de trabajo requiere, por una parte, describir al detalle lo que el trabajador hace o debe hacer, y, por otra, definir su ubicación y postura correctas y un entorno o esfera de trabajo que garantice su comodidad.²⁶⁴

263. LEONARDO DA VINCI (1487). *El Hombre de Vitruvio*. Dibujo – Técnica mixta (34,4 x 25,5)- Galería de la Academia de Venecia, Italia.

264. LAURIG, W.; VEDDER, J. (2001) Ergonomía. En *Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo* (Volumen I; Parte IV: Herramientas y enfoques; cap. 29), 3^a edición. Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

7.4 En la Revolución Tecnológica Agrícola-Financiera

La *Revolución Tecnológica*²⁶⁵ que se concentra en Occidente entre los años 1600 y 1740, aproximadamente, se conoce como *Revolución Agrícola-Financiera*. La correspondiente *Onda de Innovación Tecnológica*²⁶⁶, cuyo *valle* alcanza su punto más bajo hacia 1780, se caracteriza por el liderazgo de actividades de producción económica relativas a: (1) la Agricultura y Ganadería (Sección A CIIU²⁶⁷), (2) el Comercio al por mayor y al por menor (Sección G CIIU), y (3) Actividades financieras y de seguros (Sección K CIIU).

En el terreno técnico, BLAISE PASCAL (1623 a 1662) en 1642, a los 18 años, inventó la primera máquina sumadora mecánica, con el propósito de ayudar a su padre, ETIENNE PASCAL, nombrado fiscal en Normandía. Posteriormente, sus estudios de geometría, hidrodinámica y de las presiones hidrostática y atmosférica, le condujeron a inventar la jeringa y la prensa hidráulica, y a perfeccionar el barómetro de TORRICELLI.

En cuanto a sus aportaciones a los *Métodos Cuantitativos* empleados en *Organización de la Producción* destacamos su breve “*Traité du triangle arithmétique*” (1654) que contiene aspectos útiles

265. Adoptamos aquí la idea de *Ciclo Económico Largo* de NIKOLÁ KONDRÁTIEV (1892 a 1938). Una *Onda Kondrátiev* puede interpretarse como parte de un fenómeno ondulatorio, con sus correspondientes longitud de onda y amplitud (constantes o no), que se puede aplicar a la Economía y a la Innovación Tecnológica. Sus atributos son: (1) El Periodo: intervalo de tiempo en el que el fenómeno (p.e. una revolución) se muestra con mayores amplitudes; (2) La Longitud de onda: intervalo temporal, que incluye al Periodo, en el que el fenómeno está presente, correspondiendo a la duración del Ciclo; (3) La Zona Valle-Cresta: intervalo temporal con amplitud creciente del fenómeno estudiado, en función del tiempo; (4) Zona Cresta o de amplitud máxima; y (5) Zona Cresta-Valle: intervalo temporal con amplitud decreciente en función del tiempo.

266. Šmihula, D. (2010) Waves of technological innovations and the end of the information revolution. *Journal of Economics and International Finance* Vol. 2(4), pp. 58-67.

267. Naciones Unidas: Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística (2009) Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas (CIIU). Informes estadísticos Serie M, No. 4/Rev. (unstats.un.org/unsd/cr/registry/isic-4.asp)

para el cálculo de probabilidades y un incipiente razonamiento basado en la recurrencia. Actualmente, dicho razonamiento se emplea en lenguajes de programación con recursividad y en procedimientos de optimización basados en programación dinámica, por ejemplo.

Las primeras mediciones sobre la fuerza humana se realizaron en el siglo XVII por GUILLAUME AMONTONS (1663 a 1705). AMONTONS fue principalmente un físico experimental y constructor de instrumentos. Inventó y desarrolló diversos barómetros e higrómetros, un termómetro aerobio y un telégrafo óptico, una bomba rotativa y una máquina motriz de aire caliente.

Los primeros estudios de tiempos registrados se deben a SÉBASTIEN LE PRESTRE, Marqués de VAUBAN (1633 a 1707), ingeniero militar²⁶⁸ que participó en la mayoría de las campañas de LOUIS XIV. Gobernador de Lille en 1668, determinó, por diversas experiencias, el trabajo que podía hacer un hombre en su jornada en operaciones de explotación de terrenos.

PHILIPPE DE LA HIRE (1640 a 1719), geométrico²⁶⁹, realizaba, por esa misma época, experiencias para medir el esfuerzo medio de los peones y obreros empleados en la construcción de fortificaciones, y demostraba que el trabajo que se les imponía correspondía a un esfuerzo excesivo.

Hacia 1698 y en la vertiente tecnológica, THOMAS SAVERY (1650 a 1715), un ingeniero mecánico inglés, desarrolla y patenta un dispositivo para bombear agua fuera de las minas constituyen-

268. Mariscal de Francia, ingeniero militar principal. Destacan sus trabajos de diseño de fortificaciones militares.

269. De LA HIRE es, además, uno de los precursores de las lentes de contacto: sugirió utilizar un vidrio cóncavo sobre el globo ocular: la curvatura interna del vidrio debería ser igual a la curvatura de la córnea.

do un gran avance en la industria minera. Dicho dispositivo se puede considerar el primer motor de vapor práctico.

En la Enciclopedia de DIDEROT (1713 a 1784), se encuentra el artículo “Alfiler”²⁷⁰ de ALEXANDRE DELEYRE (1726 a 1797), un profesional independiente al que DIDEROT encarga la observación directa y la descripción del proceso de fabricación de alfileres en un taller de Laigle²⁷¹ en Normandía. Desde 1756, DIDEROT mantenía una estrecha relación con JEAN RODOLPHE PERRONET (1708 a 1794), director y fundador de *l'École des Ponts et Chaussées*, que conocía bien las fábricas de alfileres: ya en 1740, PERRONET, había redactado una memoria sobre este tema²⁷² que, al parecer, fue entregada a DIDEROT en 1760 y publicada²⁷³ en 1765. Estos escritos pueden considerarse como los primeros²⁷⁴ que hablan de la División del Trabajo, en su forma moderna, tanto en sus aspectos de Estudio del Trabajo como de Costes de Producción. El artículo de PERRONET ofrece un interés mucho más considerable que el de DELEYRE: da los salarios y los ritmos de trabajo de todos los obreros en cada etapa y deduce el precio de coste y el margen comercial, según el modelo de alfiler.

“Un homme peut frapper vingt têtes d'épingles grosses ou petites par minute; & comme il frappe cinq à six coups sur chaque tête, le tout produit cent ou cent vingt coups; & un frappeur

270. DELEYRE, A. (1755) “Epingle” en *Encyclopédie de Diderot*, Tomo 5, pp. 803 à 807. Cita de Peaucelle, J. L. (1999).

271. KAFKER, F. A. (1996) *The Encyclopedists as a group : a collective biography of the authors of the «Encyclopédie»*, The Voltaire Foundation, Oxford. Cita de Peaucelle, J. L. (1999).

272. PERRONET, J. R. (1740) “Description de la façon dont on fait les épingles à Laigle, en Normandie”, manuscrit in-4º. Cita de Peaucelle, J. L. (1999).

273. PERRONET, J. R. (1765) “Epinglier”, en *Encyclopédie de Diderot*, recueil des planches, troisième livraison, pages 1 à 8, plus trois planches. Cita de Peaucelle, J. L. (1999).

274. PEAUCELLE, J. L. (1999) “Le coût de revient des épingles en Normandie au 18º Siècle”, IAE de Paris - GREGOR - cahier de recherche 1999.04: Un interesante escrito que narra los orígenes de la fabricación de alfileres en masa en la población de Laigle, en el norte de Francia; el autor relaciona los trabajos de Perronet y Deleyre como encargos de Diderot, para su Enciclopedia, con los de Smith.

fait communément un millier de têtes par heure & dix à douze milliers par jour, non compris le treizième ensus pour les défec-tueuses.

[...]

*Elles sont aussi chargées d'éplucher les épingle pour rebuter les défectueuses; & pour percer le papier, bouter les épingle & les éplucher, elles ont 2 sols 6 den. par douzaine de milliers, grosses & petites. Les plus fortes ouvrières gagnent 4 sols par jour à ces trois fonctions, n'en faisant que deux douzaines de milliers; & les enfans de six à huit ans, qui peuvent y être employés, attendu la facilité de l'opération, peuvent gagner 1 sol par jour pour bouter seulement.*²⁷⁵

Durante el último cuarto del siglo XVIII algunos principios idealistas acuñados por la ILUSTRACIÓN, como *la razón, la igualdad, la libertad y la fraternidad* se propagan entre la población del Reino de Francia y algunas colonias norteamericanas, desembocando en la GUERRA DE INDEPENDENCIA DE LOS ESTADOS UNIDOS (1775 a 1783) y en el inicio formal de la REVOLUCIÓN FRANCESA con la *Declaración de los derechos del Hombre y del Ciudadano* el 26 de agosto del año 1789.

“Los Representantes del Pueblo Francés, constituidos en Asamblea Nacional, considerando que la ignorancia, el olvido o el menosprecio de los derechos del Hombre son las únicas causas de las calamidades públicas y de la corrupción de los Gobiernos, han resuelto exponer, en una Declaración solemne, los derechos naturales, inalienables y sagrados del Hombre, para que esta declaración, constantemente presente para todos los Miembros del cuerpo social, les recuerde sin cesar sus derechos y sus deberes; para que los actos del poder legislativo y del poder ejecutivo, al poder cotejarse en todo momento con la finalidad de cualquier institución política, sean más respetados y para que las reclamaciones de los ciudadanos, fundadas desde ahora en principios simples e indiscutibles, redunden”

275. PERRONET, J. R. (1765) “Epinglier”. *Op.Cit.*

den siempre en beneficio del mantenimiento de la Constitución y de la felicidad de todos.

En consecuencia, la Asamblea Nacional reconoce y declara, en presencia del Ser Supremo y bajo sus auspicios, los siguientes derechos del Hombre y del Ciudadano:

- *Artículo 1.- Los hombres nacen y permanecen libres e iguales en derechos. Las distinciones sociales sólo pueden fundarse en la utilidad común.*
- *Artículo 2.- La finalidad de toda asociación política es la conservación de los derechos naturales e imprescriptibles del hombre. Tales derechos son la libertad, la propiedad, la seguridad y la resistencia a la opresión.*
- *Artículo 3.- El principio de toda soberanía reside esencialmente en la Nación. Ningún cuerpo, ningún individuo, pueden ejercer una autoridad que no emane expresamente de ella.*
- *Artículo 4.- La libertad consiste en poder hacer todo aquello que no perjudique a otro: por eso, el ejercicio de los derechos naturales de cada hombre no tiene otros límites que los que garantizan a los demás miembros de la sociedad el goce de estos mismos derechos. Tales límites sólo pueden ser determinados por la ley.*
- *Artículo 5.- La ley sólo tiene derecho a prohibir los actos perjudiciales para la sociedad. Nada que no esté prohibido por la ley puede ser impedido, y nadie puede ser constreñido a hacer algo que ésta no ordene.*
- *Artículo 6.- La ley es la expresión de la voluntad general. Todos los ciudadanos tienen derecho a contribuir a su elaboración, personalmente o por medio de sus representantes. Debe ser la misma para todos, ya sea que proteja o que sancione. Como todos los ciudadanos son iguales ante ella, todos son igualmente admisibles en toda dignidad, cargo o empleo públicos, según sus capacidades y sin otra distinción que la de sus virtudes y sus talentos.*
- *Artículo 7.- Ningún hombre puede ser acusado, arrestado o detenido, como no sea en los casos determinados por la ley y con arreglo a las formas que ésta ha prescrito. Quienes soliciten, cursen, ejecuten o hagan ejecutar órdenes arbitrarias deberán ser*

castigados; pero todo ciudadano convocado o aprehendido en virtud de la ley debe obedecer de inmediato; es culpable si opone resistencia.

- *Artículo 8.- La ley sólo debe establecer penas estricta y evidentemente necesarias, y nadie puede ser castigado sino en virtud de una ley establecida y promulgada con anterioridad al delito, y aplicada legalmente.*
- *Artículo 9.- Puesto que todo hombre se presume inocente mientras no sea declarado culpable, si se juzga indispensable detenerlo, todo rigor que no sea necesario para apoderarse de su persona debe ser severamente reprimido por la ley.*
- *Artículo 10.- Nadie debe ser incomodado por sus opiniones, inclusive religiosas, a condición de que su manifestación no perturbe el orden público establecido por la ley.*
- *Artículo 11.- La libre comunicación de pensamientos y de opiniones es uno de los derechos más preciosos del hombre; en consecuencia, todo ciudadano puede hablar, escribir e imprimir libremente, a trueque de responder del abuso de esta libertad en los casos determinados por la ley.*
- *Artículo 12.- La garantía de los derechos del hombre y del ciudadano necesita de una fuerza pública; por lo tanto, esta fuerza ha sido instituida en beneficio de todos, y no para el provecho particular de aquellos a quienes ha sido encomendada.*
- *Artículo 13.- Para el mantenimiento de la fuerza pública y para los gastos de administración, resulta indispensable una contribución común; ésta debe repartirse equitativamente entre los ciudadanos, proporcionalmente a su capacidad.*
- *Artículo 14.- Los ciudadanos tienen el derecho de comprobar, por sí mismos o a través de sus representantes, la necesidad de la contribución pública, de aceptarla libremente, de vigilar su empleo y de determinar su prorrata, su base, su recaudación y su duración.*
- *Artículo 15.- La sociedad tiene derecho a pedir cuentas de su gestión a todo agente público.*

- Artículo 16.- *Toda sociedad en la cual no esté establecida la garantía de los derechos, ni determinada la separación de los poderes, carece de Constitución.*
- Artículo 17.- *Siendo la propiedad un derecho inviolable y sagrado, nadie puede ser privado de ella, salvo cuando la necesidad pública, legalmente comprobada, lo exija de modo evidente, y a condición de una justa y previa indemnización.*

Con el inicio de la REVOLUCIÓN FRANCESA se cierra la *Edad Moderna* y se abre un nuevo *Periodo de la Historia* conocido como *Edad Contemporánea*.



❖ 8 DOS REVOLUCIONES INDUSTRIALES

8.1 Preliminares

Tras la *Revolución de las Trece Colonias* y la *Revolución Francesa*, se establece un nuevo orden social que afecta a las actividades de producción económica en los siguientes aspectos: (1) eclosión o desaparición, (2) nivel de presencia, (3) intensidad productiva, y (4) estructura organizativa. Las finanzas, la agricultura y el comercio, aunque siguen vivos, dejan de ser los únicos negocios.

A lo largo del periodo temporal comprendido entre 1740 y 1940, aproximadamente, tuvieron lugar dos revoluciones de carácter tecnológico²⁷⁶ que influyen notablemente, una tras otra, en la economía de Occidente. La primera recibe el nombre de *Revolución Industrial* (1780 a 1840) y la segunda *Revolución Técnica* (1880 a 1920). A estas dos ondas de innovación tecnológica se las llama también *Primera y Segunda Revolución Industrial*.

8.2 En la Primera Revolución Industrial

La *Primera Revolución Industrial* concentró sus mayores amplitudes de onda durante el intervalo temporal comprendido entre 1780 y 1840 y estuvo presente durante 100 años aproximadamente.

276. Šmihula, D. (2010) Waves of technological innovations and the end of the information revolution. *Journal of Economics and International Finance* Vol. 2(4), pp. 58-67.

En ella proliferan las industrias a gran escala; emergen las actividades de manufactura en torno a la hilatura y resurge la minería, aunque en esta ocasión no estará orientada intensamente a metales preciosos sino a metales para fines industriales, como el hierro y el estaño, y, a la extracción de una materia prima, *el carbón*, que se empleará como fuente de energía para mover máquinas y dispositivos mecánicos; el acero se convierte ahora en un material precioso, y su fabricación da lugar a grandes avances en ingeniería metalúrgica: la forja se domina casi al completo y las fundiciones, obtenidas por alta concentración de carbono en la aleación con el hierro, favorecen el desarrollo de una industria de moldes y de matrices; algunos ingenios, como las máquinas de vapor y las hiladoras hidráulicas, empiezan a ser comunes en las emergentes factorías, acaparando parte del trabajo realizado otrora por personas y animales; las máquinas de vapor también se incorporan al transporte: se fabrican locomotoras y vagones, y los barcos, tanto mercantes como de pasajeros, sustituyen la energía eólica por la térmica; se crean nuevas infraestructuras de transporte terrestre y marítimo: se construyen caminos de hierro, canales para la navegación, y se adaptan los puertos a los nuevos tiempos. En consecuencia, surgen nuevas profesiones y oficios, y la fuerza de trabajo se desplaza hacia las nuevas actividades de producción económica.

En el terreno conceptual y en línea con el enciclopedista PERRONET, el escocés ADAM SMITH (1723 a 1790) describe a la perfección la fabricación de alfileres en su época, usándola como ejemplo ilustrativo para introducir uno de los conceptos más importantes en la organización de la producción en masa: *La división del trabajo*. Veamos:

“Pongamos el ejemplo en una manufactura de pura bagatela fábrica de alfileres: un operario de éstos [...] apenas podría acabar, aunque aplicase toda su industria, un alfiler al día, o por lo me-

nos es cierto que no podría hacer veinte. Pero en el estado que hoy día se halla este oficio no sólo es un artefacto particular la obra entera o total de un alfiler, sino que incluye un cierto número de ramos, de los cuales cada uno constituye un oficio distinto y peculiar. Uno tira el metal o alambre, otro lo endereza, otro lo corta, el cuarto lo afila, el quinto lo prepara para ponerle la cabeza; y el formar ésta requiere dos o tres distintas operaciones; el colocarla es otra operación particular; es distinto oficio el blanquear todo el alfiler; y muy diferente, también, el de colocarlos ordenadamente en los papeles. Con que el importante negocio de hacer un alfiler viene a dividirse en diez y ocho o más operaciones distintas, las cuales en unas cosas se forjan por distintas manos y en otras una mano sola forja tres o cuatro diferentes. He visto un laboratorio de esta especie en que sólo había empleados diez hombres, de los que cada uno, por consiguiente, ejercía dos o tres distintas operaciones de ellas. Pero aunque eran muy pobres, y muy mal provistos de las máquinas necesarias, cuando se esforzaban a trabajar hacían cerca de doce libras de alfileres al día. En cada libra habría más de cuatro mil de mediana magnitud y, por consiguiente, estas diez personas podían hacer cada día más de cuarenta y ocho mil alfileres, cuya cantidad partida entre diez tocaría a cada uno hacer al día cuatro mil ochocientos.”

En la obra *Investigación sobre la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*²⁷⁷, publicada en 1776, ADAM SMITH indicó tres grandes ventajas de carácter económico que resultan de la división del trabajo: (1) desarrollo en el obrero de gran habilidad cuando realiza repetidamente la misma tarea, (2) ahorro de tiempo al pasar de una actividad a otra (en caso de emplear polivalencia) y (3) la innovación de máquinas y herramientas que facilitan el trabajo especializado:

277. SMITH, A. (1776) *Inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations*, London. En Marzo de 1776 se publicó finalmente *La Riqueza de las Naciones*. La obra tuvo un éxito inmediato y duradero: la primera edición se agotó en seis meses, y durante la vida de Smith se publicaron cinco ediciones (1776, 1778, 1784, 1786, y 1789). Además, en cuestión de tres décadas se había traducido a por lo menos seis idiomas extranjeros: danés (1779-80), tres versiones francesas (1781, 1790 y 1802), alemán (1776-78), italiano (1780), español (1794) y ruso (1802-06).

[Primero] de la mayor destreza de cada obrero en particular, segundo, del ahorro e tiempo que comúnmente se pierde al pasar de una ocupación a otra, y por ultimo, de la invención de un gran número de máquinas, que facilitan y abrevian el trabajo, capacitando a un hombre para hacer la labor de muchos.”

Estas conclusiones no fueron fruto de la especulación, sino de la observación de lo que estaba ocurriendo en las emergentes fábricas formadas por la agrupación de obreros trabajando cooperativamente: la práctica estaba precediendo a la teoría.

SMITH, también, se dio cuenta de que la división del trabajo era una de las bases para propiciar la automatización, no obstante, alertaba sobre las consecuencias perniciosas del uso en exceso de este concepto:

“En los progresos que realiza la división del trabajo, la ocupación de la inmensa mayoría de los que viven del trabajo, es decir, de la masa del pueblo, se limita a un reducidísimo número de operaciones simples, casi siempre una o dos. Ahora bien, la inteligencia de la mayoría de los hombres se conforma casi siempre a través de sus ocupaciones ordinarias. Un hombre que se pasase toda la vida realizando un pequeño número de operaciones simples, cuyos efectos quizás también sean los mismos o muy similares, no tendrá ocasión de desarrollar su inteligencia, ni de ejercitar su imaginación en busca de recursos para superar dificultades que nunca se presentarán; perderá pues naturalmente el hábito de mostrar o ejercer estas facultades, convirtiéndose por lo general en un individuo tan estúpido e ignorante como puede llegar a serlo una criatura humana.”

En cualquier caso, la división del trabajo es uno de los pilares conceptuales en los que se basa la fabricación en masa. Los cambios político-sociales y los avances tecnológicos que tienen lugar a finales del siglo XVIII constituyen el origen de un nuevo marco para las condiciones laborales.

En 1769, pocos años antes de la publicación de *La Riqueza de las Naciones* de SMITH, el ingeniero escocés JAMES WATT (1736 a 1819) patenta y presenta a *Beelzebub*: su primera máquina de vapor: una bomba automática que mejora las máquinas anteriores de THOMAS NEWCOMEN²⁷⁸ (1663 a 1729) al incorporar un nuevo ingenio: cámaras de condensación de vapor para aumentar el rendimiento energético. Ese mismo año, el industrial inglés SIR RICHARD ARKWRIGHT (1732 a 1792) patenta la *Water Frame*, una hiladora hidráulica, fundando, poco tiempo después en Cromford, la primera factoría hidráulica de algodón del mundo. La *Primera Revolución Industrial* ya está en marcha en Inglaterra.

Al otro lado del Canal de la Mancha, nos encontramos con una figura destacable, por sus aportaciones a todas las ramas de la Ingeniería Industrial, incluida la Organización, es CHARLES AGUSTÍN COULOMB (1736 a 1806). Natural de Angoulême, sigue en su adolescencia los cursos del *Collège Mazarin* y del *Collège de France*, en París, con el propósito de estudiar matemáticas. En 1757 es nombrado miembro adjunto de la *Société des Sciences* de Montpellier, ciudad a la que se había trasladado con su padre: HENRY COULOMB²⁷⁹. En febrero de 1760 es admitido en *l'École du Génie* de Mézières, de la que sale en noviembre de 1761 con el grado de “lieutenant en premier” del cuerpo de ingenieros, desarrollando, entre 1764 y 1772, su primer trabajo importante en este campo con la construcción, en la Martinica, del fuerte Bourbon que debía proteger la isla de la flota inglesa. Tras su vuelta a Francia, en precario estado de salud que le

278. En 1698 se asocia con el ingeniero THOMAS SAVERY (poseedor de varias patentes) intentando producir una máquina de vapor fiable. En 1705 construye una máquina de vapor a baja presión que perfeccionará en 1725. En 1755 la máquina de NEWCOMEN se exportó a Norteamérica.

279. Militar de profesión y, posteriormente, Inspector de los *Domaines du Roi*. retorna a Montpellier (ciudad en la que la familia Coulomb había desempeñado un papel importante) tras una serie de reveses financieros.

afecta el resto de su vida, sirve sucesivamente, entre 1773 y 1781, en Bouchain, Cherbourg, Besançon, Rochefort y Lille. En 1773 es admitido²⁸⁰ en *l'Académie des Sciences* (más tarde, *Institut de France*). Entre 1773 y 1806, lee 32 memorias científicas –obteniendo el primer premio en dos ocasiones²⁸¹- entre las que destacan sus famosas 7 sobre electricidad y magnetismo (1785 a 1791). En julio de 1784 ocupa el puesto hereditario de Intendente *des Eaux et Fontaines*, responsabilizándose del control y la administración de acueductos, bombas, fuentes y conducciones de agua de los ámbitos reales; y a partir de 1802 desempeña un papel importante en la instauración del sistema de enseñanza francés al ocupar el cargo, hasta su muerte, de Inspector General de *l'Instruction publique*, quizás uno de los orígenes de la enseñanza superior, pública, civil y laica.

El 24 de febrero de 1798, COULOMB leía en *l'Institut* su memoria “*Sur la force des hommes, ou les quantités d'action qu'ils peuvent fournir*”²⁸², en la que introduce y emplea los conceptos de eficiencia y rendimiento en el trabajo²⁸³ que pueden interpretarse como aportaciones formalizadas a la *Ergonomía* y al *Estudio del Trabajo* un siglo antes que TAYLOR. En este terreno, los estudios anteriores a los de COULOMB sobre el concepto de productividad de hombres y animales daban resultados exagerados a causa de la brevedad del tiempo empleado en los experimentos. COULOMB,

280. Memoria de admisión: *Sur une application des règles de maximis et de minimis à quelques problèmes de statique relatifs à l'architecture*.

281. En 1777, por *Recherches sur la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées*; y en 1781 por la memoria *Théorie des machines simples: en ayant égard au frottement de leurs parties et à la raideur des cordages*.

282. En una nueva edición (Bachelier, Paris, 1821) de *Théorie des machines simples*, se adjuntan otras 5 memorias de Coulomb: (1) *Sur le frottement de la pointe des pivots*, (2) *Sur la force de torsion et sur l'élasticité des fils de métal*, (3) *sur la force des hommes, ou les quantités d'action qu'ils peuvent fournir*, (4) *Sur l'effet des moulins à vent et la figure de leurs ailes*, y (5) *Sur les murs de revêtemens et l'équilibre des voûtes*.

283. Estudia las condiciones de trabajo del campesino y hace destacar que a veces éste introduce demasiado la azada en el suelo y la levanta demasiado alta cuando está cargada de tierra, realizando así, un esfuerzo inútil.

más realista, estudia distintos parámetros asociados al trabajo y establece la distinción entre el rendimiento útil (de las máquinas) y el rendimiento de las “máquinas vivas” ligado a la fatiga. Observa también la influencia beneficiosa sobre el rendimiento global de frecuentes períodos de descanso en algunos trabajos. Fija la duración máxima deseable del trabajo diario entre 7 y 8 horas (algo insólito para la época), cuando se requiere esfuerzo físico, y en 10 horas para los restantes. Proporciona el primer estudio formal de los aspectos prácticos de la asignación del trabajo.

ELI WHITNEY (1765 a 1825), a finales del siglo XVIII, introducía aspectos que serían de suma importancia para la producción industrial en masa. En una visita a una plantación de algodón en Georgia en el año 1792, WHITNEY comprendió lo necesaria que resultaba una máquina que separase la fibra de algodón de la semilla; en pocas semanas, inventa la *cotton gin* (desmotadora de algodón), ingenio consistente en una tolva que dirigía las cápsulas de algodón a una rejilla atravesada por los ganchos de alambre de un cilindro giratorio; los ganchos tiraban del algodón a través de la rejilla, mientras que ésta impedía que pasasen las semillas; junto a la rejilla, un cepillo giratorio recogía el algodón. A partir de aquel momento, una persona con una desmotadora podía multiplicar, por un factor superior a 100, su capacidad de producción diaria.

“Antes de que Eli Whitney, en 1793, inventara la cotton gin (desmotadora de algodón), separar de las semillas 1 libra de algodón insumía, término medio, una jornada laboral. Merced a ese invento una negra pudo desmotar 100 libras de algodón por día, y desde entonces la eficacia de la gin ha aumentado considerablemente. Una libra de fibra de algodón, producida antes a 50 cents (centavos de dólar), más tarde se vendía, con un beneficio mayor esto es, incluyendo más trabajo impago a 10 cents.”²⁸⁴

284. MARX, K. (1867) *El Capital*, Tomo I: “El Proceso de Producción del Capital”, cap. 13, “Ma-

En 1798, WHITNEY escribe²⁸⁵ a OLIVER WOLCOTT, Secretario del Tesoro de los EEUU:

“Me gustaría emprender la manufactura de 10 a 15000 armas portátiles. Estoy persuadido que las máquinas movidas por vapor, adaptadas a los negocios deberían disminuir grandemente el trabajo y facilitar grandemente la manufactura de estos artículos...”

Seguidamente explica el concepto de partes intercambiables; concepto que hoy en día resulta habitual, pero entonces la producción estaba en manos de artesanos. Cada parte de un conjunto era ajustada al conjunto, como si fuera un traje hecho “a medida”, resultando muy difícil que el componente de un conjunto funcionase correctamente y sin ajustes en otro conjunto. La *intercambiabilidad* no sólo cumple un fin funcional, sino que hace posible la estandarización o normalización de los componentes en el proceso productivo, propiciando la coordinación del trabajo de los operarios y la racionalización del trabajo.

En 1800, JOSEPH MARIE JACQUARD²⁸⁶ (1752 a 1834) obtiene la patente de una máquina destinada a cambiar el trabajo de los tejedores en los telares; este primer telar, presentado en *l'Exposition des produits de l'industrie*, no funciona de forma correcta y abandona los trabajos sobre su patente. En 1803, se traslada a París donde tiene la oportunidad de conocer los trabajos sobre el telar automático de JACQUES DE VAUCANSON²⁸⁷

quinaria y gran industria”.

285. Whitney, solicitó un contrato oficial para acometer la fabricación de diez a quince mil equipos de armamento, constituido cada uno por un mosquete, una bayoneta, una baqueta, sacatrapos y un destornillador. Whitney ofreció también fabricar cajas de cartuchos, pistolas y otros artículos, empleando “máquinas para forjar, tornear, revestir, perforar, vaciar, pulir, etc.”

286. Nacido en Lyon, en una familia de tejedores, su padre, maestro fabricante, es propietario de tres talleres de producción de telas y sedas.

287. Nacido en Grenoble, Ingeniero mecánico e inspector de manufacturas de seda bajo el reinado de Louis XV. En 1748 propone la construcción de un telar automático.

(1709 a 1782). Basándose en estos trabajos, JACQUARD se dedica, a partir de 1804, con el apoyo de varios fabricantes, a la construcción de un telar automático con una importante aportación: implementa un sistema automático con el fin de poder tejer piezas de dibujo complicado; el dispositivo se gobierna mediante un paquete de tarjetas de cartón perforadas²⁸⁸.

En 1824, NICOLAS LÉONARD SADI CARNOT (1796 a 1832) publica su obra maestra: *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia*²⁸⁹. En ella, CARNOT expone las bases que permiten enunciar el *Segundo Principio de la Termodinámica*. El despegue definitivo de la propulsión a vapor ya es inevitable.

En 1829, FRANCOIS MARIE CHARLES FOURIER (1772 a 1837), en *[Le] nouveau monde industriel et sociétaire ou Invention du procede d'industrie attrayante et naturelle*, proponía²⁹⁰ efectuar la división del trabajo según las disposiciones naturales del hombre, fomentando la necesidad de mudanza y el espíritu de asociación; en su propuesta, los trabajadores se debían distribuir en equipos homogéneos, hecho que debía favorecer el aumento del rendimiento en el trabajo.

“Este será el resultado del método societario natural: en Francia, en el primer año de régimen societario, el producto anual, eva-

288. Las tarjetas se cambian accionando un pedal y activan un mecanismo de cuerdas y platinas que elevan, de forma alternativa, un número diferente de hilos de urdimbre para la colocación de los hilos de la trama. Hasta 1807, año en que se consolida el telar automático de Jacquard, se empleaba un procedimiento manual cada vez que quería cambiarse el dibujo del tejido. En 1812, se habían vendido en Francia 11000 unidades del telar automático de Jacquard, y más de 1000 en el resto de Europa.

289. CARNOT, S. (1987) *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia y otras notas de carácter científico*. Alianza Editorial, Madrid.

290. Fourier imagina una sociedad cooperativa constituida por comunidades de unas 1800 personas, reunidas en *falansterios* bajo un régimen global de vida y de trabajo compartido, y en la que dice que el producto del trabajo debe asegurar la existencia digna de los miembros de la comunidad, y el beneficio restante repartirse equitativamente entre tres factores: el trabajo, el capital y el talento. *Livret d'annonce*.

luando en 60 mil millones aumentaría hasta 240 mil millones; en los demás estados se daría la misma proporción.

[...] Antes he hecho observar que, si el pueblo civilizado disfrutase de una abundancia mínima, de una garantía de sustento y de mantenimiento decentes, se entregaría al ocio, porque la industria civilizada es muy repugnante en efecto. Será, por ende, necesario hacer que, en el régimen societario, el trabajo sea tan atractivo como atractivos son hoy nuestros banquetes y nuestros espectáculos. En tal caso, el reembolso del mímimum anticipado estará garantizado por la atracción industrial o la pasión del pueblo por los trabajos muy placenteros y muy rentable: pasión que podrá ser sostenida solamente cuando se disponga de un método de reparto equitativo, que proporcione a todo individuo, hombre, mujer o niño tres dividendos concedidos a sus tres facultades industriales, capital, trabajo y talento; dividendos éstos susceptibles de satisfacerlo completamente.”

En la breve obra “*L'organisation du travail*”²⁹¹, publicada en París (1840) en *Revue du Progrès*²⁹², LOUIS BLANC (1811-1882) denuncia los abusos que pueden darse en una industria sometida al régimen “du laissez faire et du laissez passer”.

“[...] Mais nous avons pour but avoué de miner la concurrence, de soustraire l'industrie au régime du laissez faire et du laissez passer? Sans doute; et, loin de nous en défendre, nous le proclamons à voix haute. Pourquoi ? Parce que nous voulons la liberté. [...] La liberté de l'état sauvage n'était, en fait, qu'une abominable oppression, parce qu'elle se combinait avec l'inégalité des forces, parce qu'elle faisait de l'homme faible la victime de l'homme vigoureux et de l'homme impotent la proie de l'homme agile.”

Años más tarde, en “*Le Droit au travail*” (1848), una ampliación del folletón anterior, BLANC formula su principio “de cada uno según sus habilidades; a cada uno según sus necesidades”.

291. Bibliothèque nationale de France.

292. *Revue du Progrès* fue fundada en 1839 por Blanc.

Muchos de nosotros consideramos a CHARLES BABBAGE (1792-1871) como el precursor de las ciencias informáticas; tanto por establecer los conceptos teóricos en que se basa actualmente la arquitectura de computadores, como por diseñar sus máquinas diferencial y analítica²⁹³, auténticas pioneras de las calculadoras digitales, pese a basarse en principios puramente mecánicos, lo que constituye todo un alarde de ingeniería.

En 1832 se edita *On the Economy of Machinery and Manufactures*²⁹⁴; su prefacio, fechado el 8 de junio de 1832, nos descubre a un BABBAGE que pretende aplicar los principios de sus investigaciones científicas a la organización de talleres y fábricas.

“El presente volumen puede considerarse como una de las consecuencias de los resultados derivados de la máquina calculadora, la construcción de la cual me ha llevado un intenso esfuerzo intelectual. Habiendo sido inducido durante los últimos diez años a visitar un número considerable de talleres y fábricas, tanto en Inglaterra como en el continente, con el fin de ponerme al corriente de los varios recursos del arte mecánico, sin darme cuenta me llevó a aplicarles aquellos principios de generalización que mis otras investigaciones habían alcanzado de manera natural”

En dicha obra, BABBAGE nos recuerda de nuevo alguna de las ventajas que proporciona la división del trabajo, tal como la

293. En 1822 había construido una máquina para trabajar con números de 6 cifras y capaz de evaluar funciones con segunda diferencia constante; escribe a Sir Humphrey Davy, presidente de la Royal Society, describiendo su máquina como “capaz de producir cifras a razón de 44 por minuto y capaz de realizar con rapidez y precisión todos los cálculos para los que fue diseñada”. En 1823 le concedieron 1500 libras (añade entre 3000 y 5000) para construir una máquina más potente en 2 o 3 años. Después de más de 10 años de trabajo con serios problemas de financiación, Babbage abandona el proyecto de la *Difference Engine*. Hacia 1834, Babbage había desarrollado la teoría y los principios de la *Analytical Engine*, y a su construcción, también sin éxito, se dedicó desde 1835 hasta 1848.

294. Babbage, Ch. (1832) *On the Economy of Machinery and Manufactures*, Charles Knight, London. La 4^a edición (1835) fue traducida al francés, alemán, italiano, español, ruso y sueco.

posibilidad de asignar tareas a los operarios en función de las habilidades de éstos y los requerimientos de aquéllas²⁹⁵.

“Como el trabajo se divide en varias operaciones diferentes, cada una de las cuales requiere grados diversos de destreza y fuerza, el patrón manufacturero puede procurarse la cantidad exacta de fuerza y destreza que es necesaria para

cada operación. Si, por el contrario, un obrero tuviera que ejecutar todo el trabajo, el mismo individuo tendría que poseer la destreza suficiente para las operaciones más delicadas y la fuerza bastante para las que requieren más esfuerzo.”

BABBAGE sugiere, también, la posibilidad de conseguir (aunque sea a través de la experiencia) una división y asignación óptimas (minimización de costes) de las tareas; y considera este hecho como una de las causas de la expansión de la industria²⁹⁶.

“Cuando la experiencia, según la naturaleza especial de los productos de cada manufactura, ha dado a conocer cuál es la manera más ventajosa de dividir la fabricación en operaciones parciales, así como el número de obreros necesarios para las mismas, todos los establecimientos que no empleen un múltiplo exacto de ese guarismo producirán a costos más altos [...] Es ésta una de las causas de la colossal expansión experimentada por los establecimientos industriales.”

BABBAGE realizó una serie de propuestas, sin gran repercusión durante su vida, que le avalan como organizador; entre ellas encontramos:

- Analizar los procesos y el coste de producción.
- Utilizar técnicas de estudios de tiempos.

295. Babbage, op. cit., cap. XIX.

296. Babbage, op. cit., cap. XXI.

- Utilizar formas impresas estandarizadas para investigación.
- Usar el método comparativo para estudiar prácticas de negocios.
- Estudiar los efectos de los diferentes matices de papel y colores de tinta para determinar cuál es el que menos fatiga la vista.
- Determinar la mejor manera de hacer preguntas.
- Determinar la demanda a partir de las estadísticas basadas en el ingreso.
- Centralizar los procesos de producción para economizar.
- Iniciar investigación y desarrollo.
- Estudiar la localización de la planta con respecto a la materia prima, considerando si la materia prima ganó o perdió peso en relación con el producto terminado.
- Utilizar un beneficioso sistema de sugerencias.

En 1876, en el terreno tecnológico, NIKOLAUS AUGUST OTTO (1832 a 1891) construye un motor práctico de combustión interna y de 4 tiempos; este motor está propulsado por gasolina: la energía química se transformará en energía mecánica a gran escala.

8.3 En la segunda Revolución Industrial

La *Segunda Revolución Industrial*, llamada también *Revolución Técnica*, es la *Onda de Innovación Tecnológica* que se despliega hasta 1940 con una longitud de onda de 60 años concentrando sus mayores amplitudes entre los años 1880 y 1920.

En ella la industria a gran escala se consolida como proveedora de empleo y se sostienen algunas actividades de manufactura del

ciclo anterior y la minería orientada a la industria. Es el momento de las Escuelas Técnicas y de las Ingenierías surgiendo nuevas actividades de producción económica en torno a ellas. La ingeniería química tiene grandes avances orientándose principalmente a obtener productos sintéticos sustitutivos de los naturales, fármacos, y nuevos combustibles fósiles. Empiezan a circular los primeros automóviles cuya propulsión ya no es el vapor sino derivados del petróleo. Se construyen nuevas máquinas: la ingeniería mecánica se manifiesta en todo su esplendor. La invención prolifera en el mundo de la imagen y sonido: película fotográfica, cinematógrafo, radio, gramófono, fotografía en color, etc. La ingeniería y la industria electrotécnica obtienen resultados relevantes en sus primeras redes de energía eléctrica a gran escala. Otra vez, profesiones y oficios emergentes desplazan parte de la fuerza de trabajo hacia las nuevas actividades de producción económica.

En el terreno tecnológico, el 29 de enero de 1886 KARL FRIEDRICH BENZ (1844 a 1929) solicita al gobierno alemán la patente (nº 37435) del *Motorwagen*.

En el terreno conceptual, aparece la *Dirección Científica* (*Scientific Management*): una de las escuelas de pensamiento que más influencia ha tenido en la actuación de las empresas preocupadas por conseguir una adecuada calidad y una elevada productividad. Esta escuela de impronta cuantitativa es la más representativa en la Organización de la Producción durante la *Revolución Técnica* y, sin duda, una de las más influyentes en ciclos de innovación posteriores.

FREDERICK WINSLOW TAYLOR (1856 a 1915) es considerado el padre de la *Dirección Científica*. Nacido en Germantown (Pennsylvania), entró a trabajar de peón, destinado a un torno, en la Midvale Steel en el año 1874. Posteriormente, fue encarga-

do de torneros, maestro mecánico, encargado de mantenimiento e ingeniero jefe.

El trabajo se pagaba a destajo y, al principio, TAYLOR trabajó intensamente y ganó un buen jornal. Los obreros sabían por experiencia que, si se incrementaba la producción, la empresa reducía el pago por pieza fabricada y acababan ganando lo mismo; por ello, habían decidido limitar su producción a una cantidad determinada que nadie debía superar. TAYLOR fue convencido por sus compañeros (posiblemente, a través del diálogo activo) de que no convenía alterar las reglas del juego; reflexionando le pareció que debía existir algún método para evitar que el ritmo de trabajo fuese bajo, como consecuencia de la defensa de la retribución (a destajo).

Encargado de la vigilancia del almacén de utilajes, se sorprendió por la perdida de tiempo que representaba un afilado defecuoso; consideró que sería mucho más ventajoso para la empresa que los torneros se dedicaran a sus máquinas, y que obreros especializados se cuidaran de afilar los útiles. Fue nombrado jefe de equipo y encargado; cambió el régimen de trabajo, y en tres años dobló el rendimiento del taller. Considerando deficiente su formación, siguió cursos nocturnos y logró el diploma de ingeniero, siendo ascendido a ingeniero jefe de los talleres.

TAYLOR describe²⁹⁷ detalladamente sus estudios acerca del transporte de hierro en lingotes y de las paladas más convenientes para mover los diversos materiales en la empresa Bethlehem Steel:

“Encontramos que esta cuadrilla cargaba, en promedio, cerca de 12 toneladas y media de lingotes por hombre y día. Nos sorprendimos al encontrar, después de estudiar el problema, que un ope-

297 Taylor, F.W. (1911) *The Principles of Scientific Management*, New York: Harper Bros.

rario de primera clase podía trasladar, diariamente, entre 47 y 48 toneladas de lingotes, en lugar de 12 toneladas y media. La diferencia era tan grande que nos vimos obligados a repasar nuestro trabajo varias veces hasta asegurarnos. [...]

“Para un paleador de primera calidad, existe una palada óptima que le permitirá realizar el máximo trabajo diario. ¿Cuál es esta palada? Un obrero idóneo ¿hará más trabajo por día con paladas de 5, 10, 15, 20, 25, 30 ó 40 libras? He aquí una pregunta a la que sólo puede responderse después de efectuar cuidadosos experimentos. Primeramente, seleccionamos dos o tres paleadores de primera calidad y les pagamos salarios extras para que hiciesen un trabajo leal. Luego hicimos variar gradualmente la carga de cada palada. Durante varias semanas hombres acostumbrados a dirigir experimentos observaron atentamente todas las circunstancias relacionadas con el trabajo y, finalmente, se constató que un obrero de calidad alcanzaría su máximo rendimiento diario efectuando paladas del orden de 21 libras. O sea, que este obrero traspasaría un mayor tonelaje diario con paladas de 21 libras que con paladas de 24 ó de 18 libras. Es evidente que ningún paleador puede cargar siempre con su pala un peso exacto de 21 libras, pero, de todas formas, aunque esta carga puede variar 3 ó 4 libras, más o en menos, de una palada a la otra, su rendimiento diario será máximo cuando la palada media sea de 21 libras.”

En “*Fundamentals of Scientific Management*” (Primer capítulo de *The Principles of Scientific Management*)²⁹⁸, TAYLOR muestra su visión sobre la gestión científica:

“El objeto principal de la gestión es asegurar la prosperidad máxima para el patrón, conjuntamente con la prosperidad máxima para los empleados. “Prosperidad máxima” debe interpretarse en sentido amplio, no sólo significa importantes dividendos para la compañía o dueño, sino también el desarrollo de cada rama del negocio para alcanzar su estado máximo de excelencia, de modo que la prosperidad pueda ser permanente.”

298. Taylor, F.W. (1911) *Op. Cit.*

TAYLOR establece 4 principios para su Administración Científica:

- *Principio de planificación:* evitar en el trabajo el criterio individual del obrero, la improvisación y la actuación empírico-práctica; considerar siempre los métodos basados en procedimientos científicos frutos de reflexión: se debe sustituir la improvisación por la ciencia, mediante la planificación del método.
- *Principio de formación:* seleccionar científicamente a los trabajadores de acuerdo con sus aptitudes, prepararlos y entrenarlos para producir más y mejor, de acuerdo con el método planificado. Además de la preparación de la mano de obra, hay que instruirse también sobre las máquinas y equipos de producción, sobre la distribución física y sobre la disposición de las herramientas y materiales.
- *Principios de control:* controlar el trabajo para certificar que está siendo ejecutado en conformidad con el plan previsto y con las normas establecidas. La gerencia debe cooperar con los empleados para que la ejecución sea lo más fiel posible a lo establecido.
- *Principios de ejecución:* distribuir y diferenciar las atribuciones y las responsabilidades, para que la ejecución del trabajo sea disciplinada.

Algunas propuestas de TAYLOR para su Organización Científica del Trabajo, con relativa vigencia, se pueden resumir así:

- *La separación entre la concepción* (Organización) de las tareas y la ejecución de las mismas. Ya en aquella época era muy difícil realizar ambas cosas a la vez (hoy, algunos planteamientos japoneses vuelven a una cierta unificación de ambas funciones).

- *La especialización* es otra característica ligada a la Organización Científica del Trabajo de Taylor (también en este caso, las técnicas japonesas de gestión proponen, hoy en día, modificaciones tendentes a la figura del operario multifunción).
- *La atomización* propiciada por la búsqueda de tareas extremadamente simples.
- *La jerarquización* en varios niveles que, en cierta forma, facilita la coordinación de las tareas compensando la atomización.

La división de las tareas es la consecuencia, al más bajo nivel de ejecución, de la especialización, de la cual resulta la calificación obrera y el establecimiento de los tiempos elementales para el trabajo, que refuerza el sistema productivo e individualizan (no personalizan) al obrero productivo.

Para TAYLOR, la Organización Científica del Trabajo se caracteriza por el desarrollo de los siguientes elementos:

- la medida,
- la racionalización,
- un esfuerzo en el ahorro de materiales,
- la reducción de stocks,
- la simplificación de circuitos,
- la especificación de los tiempos y tareas,
- el estudio riguroso de tiempos y tareas,
- del trabajo en serie, y
- de la fabricación en cadenas de montaje.

Otros principios que aparecen implícitamente y de forma dispersa en la obra de TAYLOR se resumen a continuación:

- Estudiar el trabajo de los obreros, descomponerlo en sus movimientos elementales y cronometrarlo para, después de un análisis cuidadoso, eliminar o reducir los movimientos inútiles y perfeccionar y racionalizar los útiles.
- Estudiar cada trabajo antes de fijar el modo de realizarlo.
- Seleccionar científicamente a los trabajadores de acuerdo con las tareas que les serán asignadas.
- Dar a los obreros instrucciones técnicas sobre el modo de trabajar: entrenarlos adecuadamente.
- Separar las funciones de planificación de las de ejecución, dando atribuciones precisas y delimitadas.
- Especializar y entrenar a los trabajadores, tanto en la preparación y control del trabajo como en su ejecución.
- Planificar la producción y establecer premios e incentivos para alcanzar los estándares establecidos, así como otros premios e incentivos mayores para superar los estándares.
- Estandarizar los instrumentos, los materiales, la maquinaria, el equipo, los métodos y los procesos de trabajo que van a utilizarse.
- Dividir proporcionalmente entre las empresa, los accionistas, los trabajadores y los consumidores las ventajas que resulten del aumento de producción proporcionado por la racionalización.
- Controlar la ejecución del trabajo para mantenerla en los niveles deseados, perfeccionarla, corregirla y premiarla.

- Clasificar de forma práctica y simple los equipos, procesos y materiales que se emplean o producen, de forma que sea fácil su manejo y uso.

Es digna de mención la constitución por TAYLOR de un equipo de trabajo integrado por hombres de tendencia y formación distintas, pero todos ellos de gran trascendencia y prestigio posterior, como WHITE, GANTT , BARTH, entre otros.

Un discípulo de TAYLOR, HENRY LAURENCE GANTT (1861-1919) hizo diversas aportaciones al estudio de métodos y tiempos y al cálculo de incentivos; no obstante, la aportación por la que se le recuerda principalmente es por su gráfico o diagrama de barras con el que queda patente que un proceso consiste en una sucesión de operaciones. Su forma de entender la gestión, se refleja en su afirmación:

“las diferencias esenciales entre los mejores sistemas del día de hoy y los del pasado radican en la forma en que las tareas son programadas y la forma en la cual su ejecución es recompensada “

Siguiendo las ideas de TAYLOR, GANTT trató de mejorar los sistemas o las organizaciones mediante innovaciones en la programación de las tareas y compensaciones o premios.

El Estudio de Movimientos, tal como lo entendemos actualmente, fue iniciado por el matrimonio GILBRETH (1904): FRANK BUNKER GILBRETH (1868 a 1924) y LILLIAN EVELYN MOLLER (1878 a 1972). Su aportación se relaciona con Organización Científica del Trabajo, pero se puede considerar en cierta manera independiente. Las aportaciones de los GILBRETH a la organización industrial fueron numerosas e importantes, aunque la más conocida fue el estudio de los movimientos

elementales²⁹⁹; definen una lista *micromovimientos* o “therbligs” que permiten describir cualquier proceso de trabajo con gran detalle. La idea fue presentada por primera vez en 1912 en una reunión de la *American Society of Mechanical Engineers*, sentando las bases de los sistemas de tiempos predeterminados.

Los GILBRETH también desarrollaron diagramas para la descripción de procesos parecidos a los que se utilizan actualmente; son sistemas precursores de los de valoración de méritos aplicables a diversos campos: manufactura, construcción, cirugía, armamento. Es importante hacer notar que la conjunción de la formación técnica de FRANK GILBRETH con la de LILLIAN MOLLER, psicóloga, propiciaba el desarrollo de un trabajo en equipo bajo dos enfoques: el humano y el tecnológico que requiere el conocimiento de herramientas, materiales y procesos.

En 1913, una aplicación en la Sociedad Westinghouse da lugar a la publicación de la fórmula del lote económico³⁰⁰ (EOQ: *Economic Order Quantity*). FORD W. HARRIS, el autor del artículo, establece un equilibrio entre los costes de posesión y de lanzamiento en un sistema de stocks en contexto determinista y continuo, suponiendo que la demanda del producto es homogénea en el tiempo y que la entrada del lote al sistema se realiza instantáneamente. En 1934, R. H. WILSON³⁰¹ popularizó dicha fórmula, conocida actualmente como *Fórmula de Wilson*, al emplearla como propiedad fundamental de los sistemas de gestión de stocks que implantó como consultor en varias compañías.

299. A Frank Gilbreth también se les recuerda por el desarrollo de técnicas para el estudio del trabajo relacionadas con la filmación. En sus películas “ciclográficas” colocaba bombillas en puntos estratégicos del trabajador para registrar los movimientos, y en sus películas “cronociclográficas” utilizó bombillas intermitentes para medir la velocidad de los movimientos.

300. Harris, F.W. (1913) “How Many Parts to Make at Once”. *Factory, The Magazine of Management*, 10(2):135-136, 152.

301. Wilson, R.H. (1934) “A Scientific Routine for Stock Control”. *Harvard Business Review*, 13:116-128.

Atendiendo a los modelos de gestión en contexto aleatorio, en mayo de 1924 WALTER ANDREW SHEWHART (1891-1967), trabajando en el departamento de inspección de la Western Electric, presentó un memorandum de una página con el primer *Diagrama de Control*. Dicha página se considera el origen del *Control estadístico de procesos*.

HARRINGTON EMERSON (1853 a 1931), uno de los principales auxiliares de TAYLOR, desempeña un papel importante en la popularización de la Administración Científica y desarrolla los primeros trabajos sobre selección y entrenamiento de personal. EMERSON considera que la eficiencia es el principal valor en el que la administración de las organizaciones se debe basar. La eficiencia es analizada desde el punto de vista de la ingeniería: producir con el mínimo gasto de energía; y establece una serie de principios en los cuales debe basarse el trabajo con el objeto de lograr incrementar la eficiencia³⁰²:

- Trazar un plan bien definido con objetivos claros, de acuerdo con los ideales.
- Establecer el predominio del sentido común.
- Mantener una orientación y supervisión competentes.
- Mantener disciplina.
- Mantener honestidad en los acuerdos: justicia social en el trabajo.
- Mantener registros precisos, inmediatos y adecuados.
- Fijar una remuneración proporcional al trabajo.
- Fijar normas estandarizadas para las condiciones de trabajo.

302. Emerson, H. (1919) *The Twelve Principles Of Efficiency*. The Engineering Magazine Co., New York.

- Fijar normas estandarizadas para el trabajo.
- Fijar normas estandarizadas para las operaciones.
- Establecer instrucciones precisas.
- Fijar incentivos eficientes para el mayor rendimiento y eficiencia.

A HENRY FORD (1863 a 1947) se le recuerda por la invención de la cadena de montaje móvil y por conseguir el primer producto producido según este procedimiento: el Ford T³⁰³, que alcanzó costes unitarios tales que lo pusieron al alcance de un mercado muy amplio. La cadena de montaje fue posible gracias a la división del trabajo en numerosísimas operaciones elementales:

[...] hice clasificar todas las operaciones distintas en la fábrica, según la índole de máquina y del trabajo, teniendo en cuenta si la labor física era fácil, mediana o pesada; era un trabajo en seco o en húmedo, y en caso de ser en húmedo, qué clase de líquido intervenía. Si era limpio o sucio; si se desempeñaba cerca de una estufa de aire; si precisaba el uso de una o ambas manos; si el empleado guardaba posición derecha sentada durante su operación; si se armaba ruido o el trabajo era silencioso; si era trabajo de gran precisión; si la luz era artificial o natural; qué número de piezas se manejaban hora; cuál era el peso del material manejado. Además, los datos exactos sobre el esfuerzo que requería el trabajo por parte del operador. La estadística demostró que entonces contaban en la fábrica 7882 clases distintas de operaciones; entre las cuales 949 estaban clasificadas como trabajo pesado que requería hombres sanos y forzados en perfecto estado físico; 3338 clases suponían desarrollo físico corriente y fuerza normal. Entre el resto de 3595 clases de trabajo ninguno requería esfuerzo físico, de modo que hubiera podido efectuarlos el hombre más caco y débil. Realmente, varios de ellos los hubieran desempeñado, a ser preciso,

303. Ford T (1908-1927): La mejora de los procesos de producción en línea supuso una notable reducción de costes. Mientras que las ventas de las primeras unidades (1908) estaban vinculadas a 825\$ la unidad, en 1925 el precio del modelo T, con notables mejoras respecto a sus predecesores, estaba alrededor de los 260\$.

mujeres o niños algo crecidos. Los trabajos más fáciles eran clasificados, a su vez, para comprobar cuáles requerían el uso completo de las facultades; se comprobó entonces que 670 trabajos podían confiarse a hombres faltos de ambas piernas; 237 requerían el uso de una sola pierna; en dos casos se podía prescindir de ambos brazos; en 715 casos, de un brazo, y en 10 casos, la operación hubiera podido corresponder a un ciego”

Haciendo recapitulación sobre la corriente que más ha influido en la Organización de la Producción y el Estudio del Trabajo, pasamos a analizar brevemente los pros y contras del taylorismo. El taylorismo se identifica con la parcelación extrema del trabajo, aunque, por supuesto, hay otros aspectos y matices que lo caracterizan. TAYLOR era lo que ahora se denominaría un ingeniero de organización y su persona jugó un papel clave en lo relativo al diseño de métodos industriales, pero no se trata de una figura aislada; de hecho, las bases de taylorismo fueron establecidas, antes de TAYLOR, por muchos otros teóricos y prácticos:

“El taylorismo se puede considerar como el resultado de la convergencia entre el desarrollo general del método científico, concretamente, del método cartesiano, y el desarrollo de la división técnica y social del trabajo en los sistemas productivos, [...] “Fue, seguramente, CHARLES DE FRÉMINVILLE (1856-1936) el primero en señalar el método cartesiano como una de las fuentes intelectuales del taylorismo [...] No tenemos, sin embargo, ningún indicio de que Taylor fuera consciente de esta deuda intelectual con Descartes”³⁰⁴

Las características destacables del Taylorismo son:

- Diseño de los métodos de trabajo por personas diferentes a las que lo ejecutarán.

304. Companys, R.; Corominas, A. (1994) *Organización de la producción I. Diseño de sistemas productivos* 3. Edicions UPC, Barcelona.

- Selección y formación de los trabajadores.
- Control de que el trabajo se realice de acuerdo con el método establecido.
- Cronometraje de elementos.
- Utilización de sistemas de incentivos basados en este cronometraje.

Como aportaciones concretas de TAYLOR se puede destacar:

- Estudios de tiempos, con los instrumentos y métodos para efectuarlos de forma apropiada.
- Supervisión funcional o dividida y su superioridad sobre la supervisión única antigua.
- La estandarización de todas las herramientas e instrumentos utilizados en los oficios y también las acciones o movimientos de los trabajadores para cada clase de trabajo.
- La deseabilidad de un departamento de planificación.
- El uso de reglas de cálculo e instrumentos similares para ahorrar tiempo.
- Tarjetas de instrucción para los trabajadores.
- La idea de tareas en la administración, acompañadas por una alta bonificación por la realización exitosa de la tarea.
- Sistemas mnemotécnicos para clasificar productos manufacturados así como los instrumentos utilizados en la manufactura.
- Un sistema de rutas.
- Sistemas modernos de costes, etc.

Por otro lado, TAYLOR investigó los motivos que influyen en las personas y alcanzó a entender la importancia que suponía la fijación de objetivos. Pero en el planteamiento que el propio TAYLOR realizó de sus teorías, aparecen con claridad algunos de los aspectos que desde sus contemporáneos hasta la actualidad han sido criticados, he aquí una de sus citas:

“La dirección de obreros consiste esencialmente en la aplicación de tres ideas elementales: en primer lugar, tener delante de ellos un sueño que los haga trepar; en segundo lugar, hacer restallar el látigo sobre ellos y tocarlos de tanto en tanto con el mismo; en tercer lugar, trabajar codo con codo con ellos, empujar firmemente en la misma dirección y no dejar nunca de instruirlos, ayudarlos y guiarlos.

La dirección actual consiste en una combinación de los dos primeros de estos elementos, en donde la prima se revela más eficaz que el látigo, si bien éste se usa en muchas ocasiones. La dirección científica, la dirección del futuro consiste en la aplicación de los tres elementos a la vez de los que el látigo, sin embargo, quede relegado fuera de la vista.”³⁰⁵

El taylorismo conoció, desde sus inicios, una fuerte oposición por parte de políticos, sociólogos, escritores y sindicalistas (no faltaron razones); su modelo prescinde de la posible satisfacción que las personas puedan obtener por el mero hecho de alcanzar un alto nivel de ejecución en un trabajo complicado³⁰⁶.

“Como puede apreciarse, en este modelo normativo el aspecto de la satisfacción de los trabajadores no juega ningún papel. La hipótesis de Taylor al respecto es que el trabajador estará satisfecho tanto en cuanto tenga una tarea minuciosamente definida y se le pague una elevada remuneración”

305. La cita se recoge de Companys, R.; Corominas, A. (1994) *Organización de la producción I. Diseño de sistemas productivos 3*. Edicions UPC, Barcelona.

306. Genescá, E. (1977) Motivación y enriquecimiento del trabajo. Sus repercusiones sobre la productividad. Editorial Hispano Europea, Barcelona.

La oposición a la que hacíamos referencia anteriormente era de dos tipos:

- La que discrepa con los propios objetivos del taylorismo a lo que se suma una visión muy distinta a la de esta escuela sobre la dignidad del ser humano y su trabajo.
- La que comparte objetivos con el taylorismo, pero discrepa de los análisis de esta escuela por considerarlos excesivamente simplistas.

Entre los autores críticos a TAYLOR, destaca GEORGE ELTON MAYO (1880 a 1949) con sus estudios sobre el ambiente social en la empresa. Bajo predominio de las corrientes tayloristas, MAYO, entre otros, plantea una serie de experimentos para ver los efectos de una variación de condiciones físicas sobre el trabajo. El estudio se realizó, de 1927 a 1932, en la factoría Hawthorne, de la Western Electric Co. (firma de ATT) y el resultado sorprendió a los investigadores: la producción aumentó en lugar de bajar, como se había previsto por tener que realizar interrupciones en el trabajo, y perturbar su desarrollo.

La hipótesis elaborada por los investigadores dirigidos por MAYO fue que el rendimiento o output no sería sólo función de condiciones objetivas de trabajo sino que dependería de elementos subjetivos, trato humano del personal etc; con esta hipótesis se modificó el primer plan de estudio. Así se permitió a las trabajadoras poder manifestar sus opiniones y mantener durante el trabajo contactos interpersonales. El efecto fue una actitud básica más positiva en el personal y una mayor productividad. Los investigadores vieron pronto que carecían del instrumental adecuado para analizar situaciones de ese tipo, aparte de trabajar con un grupo de control y otro sometido a los cambios, sólo poseían instrumentos para medir lo físico: luz, temperatura,

etc. Pero no sabían como penetrar en los sentimientos de una persona. Por ello, en la segunda fase prepararon cuestionarios para pasar entrevistas (algo poco frecuente, entonces). Gracias a los experimentos y a su interpretación se llegó a la constatación de un nexo entre las actitudes emocionales del trabajador y su rendimiento, constituyendo esas actitudes internas la variable que modificaba el influjo de los elementos materiales sobre las reacciones a la tarea en la persona. La dimensión emocional se vió además vinculada a las relaciones en el grupo “informal”.

El objetivo de la *Escuela de Relaciones Humanas*, conocida también como *Escuela Humanística de la Organización*, fue reconocer las exigencias afectivas de la persona, exigencias que no es posible descuidar sin riesgo de perturbar el proceso productivo. En el trabajo, la persona persigue cubrir, entre otras, las siguientes necesidades:

- De comunicación y de expresión; posibilidad de la que carecen en gran medida el trabajo en línea, las cadenas de montaje o la organización parcial.
- De seguridad (empleo, medio de trabajo, etc.).
- De reconocimiento del trabajo realizado.

Entre los últimos años 20 y 1930, LEONARD HENRY CALEB TIPPETT (1902 a 1985), un físico y estadístico británico, propone un método de observación con el propósito de mejorar la eficiencia en el proceso productivo. El método, conocido como *muestreo del trabajo (snap-reading)* emplea la estadística para obtener conclusiones sobre el tiempo empleado proporcionalmente entre las diversas actividades que componen una tarea. Las observaciones se realizan aleatoriamente con el propósito de no influir sobre el factor de actividad de los operarios observados.

Nos hacemos dos preguntas: (1) ¿qué resultado hubiera dado el

Experimento de Hawthorne en caso de que las *observadas* hubieran descubierto la existencia del *grupo observador*? y (2) ¿hasta qué punto pueden cambiar los *hábitos de trabajo* de un operario en caso de sentirse *observado*?

Pensamos que, la medición de la conducta humana ante un experimento requiera unas condiciones de contorno que presupongan la ignorancia del experimento por parte del *observado*. Quizás se cumpla aquí también un principio de la Física enunciado en 1925 por WERNER HEISENBERG (1901 a 1976)



❖ 9 REVOLUCIONES CIENTÍFICO-TÉCNICA Y DE LA INFORMACIÓN

9.1 Preliminares

La *Revolución Científico-Técnica* corresponde a la *Onda de Innovación Tecnológica* que se despliega desde 1940 hasta 1985 con una longitud de 45 años concentrando sus mayores amplitudes entre los años 1940 y 1970, aproximadamente.

La *Revolución de la Información y Telecomunicaciones* es la *Onda de Innovación* en la que estamos inmersos actualmente; se despliega en el intervalo temporal comprendido entre 1985 y 2015 y su entrada en valle se sitúa alrededor del año 2000.

La *Primera Onda Contemporánea* trae consigo la industria aeroespacial, los materiales sintéticos desarrollados en torno a la astronáutica, la ingeniería petroquímica y la industria cibernética, mientras que la *Segunda Onda* tiene sus principales aportaciones en el sector de las telecomunicaciones, el informático y el de las redes de comunicación de alcance mundial (Internet).

Durante los últimos 75 años hemos podido ver, parcialmente, cómo han surgido nuevas actividades de producción económica que han capturado paulatinamente parte de la fuerza de trabajo que estaba concentrada en las industrias química, electrónica y de ingeniería y mecánica de máquinas.

9.2 Sobre la Organización del Trabajo

Durante los años cuarenta, una serie de acontecimientos conduce a poner en marcha la aplicación de nuevas Formas de

Organización. Hasta ese momento, el razonamiento sobre la producción y el de los defensores de los trabajadores seguían vías diferentes; a partir de entonces, se acentúa una línea teórica de trabajo en común.

Hay que adaptarse a la evolución de la demanda, y consiguientemente hay que reformar también el Sistema de Producción, no solamente producir más. Se piensa que la organización clásica no es capaz de acompañar la dinámica del cambio, se observa que una racionalización parcial de la producción tiene un coste excesivo. El menor fallo de cantidad o calidad repercuten sobre el producto final, apareciendo pérdidas debidas al encadenamiento en los sistemas mejor equilibrados.

Atendiendo a la motivación en el trabajo, ABRAHAM HAROLD MASLOW (1908 a 1970), en su artículo “*A Theory of Human Motivation*”³⁰⁷ de 1943, establece en la persona una escala funcional de necesidades³⁰⁸, diferenciando, en principio, entre las básicas y las superiores. Las necesidades básicas tienen un carácter instintivo y se ordenan por sí mismas en una jerarquía perfectamente definida según un principio de potencia relativa: la satisfacción de cualquier necesidad permite que otras más débiles que habrían sido desplazadas pasen a primer plano para presentar su motivación: la satisfacción de una necesidad crea otra en un proceso que no conoce fin.

MASLOW distingue cinco grupos de necesidades básicas jerarquizadas funcionalmente, según el principio anteriormente citado, una necesidad de necesidades suscitará una motivación consolidada sólo cuando su nivel inmediato inferior esté satisfecho, los grupos son:

307. MASLOW, A.H. (1943) *A Theory of Human Motivation*. *Psychological Review*, 50, 370-396.

308. MASLOW, A.H. (1963) *Motivación y personalidad*. Sagitario, Barcelona.

- Necesidades fisiológicas, asociadas al equilibrio normal y constante del organismo humano.
- Necesidades de seguridad o de preferencia por la pervivencia estable en el mundo.
- Necesidad de posesión y amor, ligadas al deseo del individuo de establecer relaciones afectivas con su entorno humano.
- Necesidades de estima personal o auto-aprecio, reflejo de la evaluación que la persona hace de sí misma con respecto a los otros.
- Necesidad de auto-desarrollo o realización producidas por el impulso del hombre a manifestar sus potencialidades creativas.

Para MASLOW, cuanto más inferior sea la necesidad más individualista y egoísta es el sujeto que persigue satisfacerla, sin embargo, la búsqueda y satisfacción de necesidades superiores requiere el concurso de un grupo social y, por tanto, tienen un carácter cívico y de convivencia deseables.

RENSIS LIKERT (1903 a 1981), fundador en 1948 del ISR (*Institute for Social Research*) de la Universidad de Michigan, defiende la organización por grupos de trabajo para solucionar los principales defectos de una organización por individuos: no incluir en una decisión a todas las personas involucradas, limitar la comunicación entre los miembros de la organización y dar soluciones que responden a puntos de vista parciales. LIKERT establece cuatro tipos de sistemas de dirección:

- Sistema 1: autoritario explotador.
- Sistema 2: autoritario paternalista.

- Sistema 3: consultivo.
- Sistema 4: de participación por grupos.

En Francia, iniciada la década de 1950, se difunden las ideas de HYACINTHE DUBREUIL (1883 a 1971) sobre otras alternativas para el diseño de métodos de trabajo que no se basen en la parcelación³⁰⁹. DUBREUIL defiende el concepto de integración de tareas (opuesto a la división del trabajo), y considera que el trabajo debe satisfacer tres tipos de necesidades humanas:

- Las materiales (satisfechas a través de la remuneración)
- Las intelectuales (satisfechas a través de la supresión de trabajos aburridos)
- Las morales (satisfechas a través de un trabajo responsable y solidario).

Para DUBREUIL, la satisfacción de estas necesidades se puede conseguir a través de la creación de equipos autónomos de trabajo (idea abiertamente antitaylorista). Tras las propuestas de Dubreuil es fácil reconocer el principio de subsidiariedad aplicado a la organización de la producción en la empresa; éste consiste en dar a cada persona o grupo los poderes que corresponden a su ámbito de responsabilidad.

En 1951, el británico ERIC LANSDOWN TRIST (1909 a 1993), uno de los fundadores del *Tavistock Institute for Social Research* de Londres, publica un artículo³¹⁰ sobre los efectos psicológicos y sociales que produce el trabajo de extracción de carbón en

309. DUBREUIL, H. (1951) La Organización del Trabajo y el Sistema de Equipos autónomos. *Revista Internacional del Trabajo*, Vol- XLIV nº 4.

310. TRIST, E.; BAMFORTH, W. (1951) Some Social and Psychological Consequences of the Long Wall Method of Coal-Getting *Human Relations*, Vol. 4, 3-38..

una mina sobre los equipos de trabajo. Dicho trabajo se considera pionero sobre la *Teoría de Sistemas Socio-técnicos*, cuyo desarrollo, orientado al diseño de puestos de trabajo, se atribuye a TRIST y a EMERY.

El psicólogo australiano FREDERICK EDMUND EMERY (1925 a 1997), bajo el enfoque de la *Teoría de Sistemas Socio-técnicos*, propone una organización del trabajo³¹¹ basada en requerir a los puestos de trabajo unas condiciones que favorezcan el equilibrio psíquico de la persona:

- Necesidad de tener un esquema de trabajo relativamente exigente (pero no en términos físicos) con una variedad de tareas mínima.
- Necesidad de conocer la naturaleza del trabajo efectuado.
- Necesidad de aprender durante el trabajo.
- Necesidad de poseer un área mínima de decisión e iniciativa.
- Necesidad del reconocimiento social en el seno de la empresa.
- Necesidad de ubicar su trabajo en relación con los objetivos de la empresa.
- Necesidad de sentir que su tarea conduce a un futuro deseable, aunque no necesariamente en términos de promoción.

EMERY define, también, las reglas que, bajo su punto de vista, permiten cubrir dichas necesidades en el marco del diseño de un trabajo:

311. EMERY, F.; TRIST, E. (1965). The causal texture of organizational environments. *Human Relations*, 18, 21-32

- *Regla_1:* Mezclar las tareas auxiliares con las principales y colocar los trabajos absorbentes junto con otros más descansados.
- *Regla_2:* Las diversas tareas de un puesto deben constituir una unidad.
- *Regla_3:* El ciclo de trabajo debe tener una duración óptima: ni demasiado breve (embrutece), ni demasiado largo (sin ritmo).
- *Regla_4:* Debe existir cierta libertad en la fijación de normas de cantidad y calidad: los obreros deben sentir que ejercen influencia sobre sus normas.
- *Regla_5:* Los resultados del trabajo deben ser comunicados a los obreros.
- *Regla_6:* Las tareas deben apelar a las facultades (atención, habilidad, conocimientos, etc.) estimadas por la colectividad que es la empresa.
- *Regla_7:* Cuando las tareas no pueden tener las características precedentes, es necesario organizar una rotación de los puestos y reagruparlos de forma tal que configuren una actividad de conjunto en la que la contribución hacia el producto final sea clara, que deje una cierta libertad para la fijación de normas.

La *Teoría de Sistemas Socio-técnicos del Trabajo*³¹² (ámbito Psicología Industrial y Organizacional) propone que debe realizarse un arbitraje permanente entre los factores humanos, sociales, y las condiciones técnicas, en un entorno dinámico y cambiante³¹³. Las relaciones sistemáticas establecidas entre la naturaleza

312. DAVIS, L.E.; TRIST, E. (1972) Improving the quality of work life: Sociotechnical can studies, En J. O'Toole (Ed.) *Work and the quality of life*. Cambridge, MA: MIT Press.

313. PASMORE, W.; FRANCIS, C.; HALDEMAN, J.; SHANI, A. (1982) Sociotechnical Sys-

de la operaciones y las características psicológicas del trabajador que las realiza, constituyen un considerable avance en la ciencia del hombre y la mujer en el trabajo. La humanización del trabajo, que no se efectuó teniendo en cuenta las condiciones humanistas, morales o psicológicas, se plantea en este momento como un imperiosa necesidad frente a las nuevas condiciones económicas.

FREDERICK IRVING HERZBERG (1923 a 2000), como psicólogo laboral, propugna el enriquecimiento del trabajo³¹⁴ analizando los ejes satisfacción / no_satisfacción, por un lado, e insatisfacción / no_insatisfacción, por otro. Para HERZBERG, la satisfacción está ligada a los factores intrínsecos al trabajo (logro, reconocimiento, trabajo en sí mismo, posibilidad de promoción, responsabilidad), y la insatisfacción a los extrínsecos (retribución, condiciones de trabajo, equidad). Si los factores extrínsecos no son adecuados, el trabajador estará insatisfecho, pero si están presentes simplemente pasará a estar no_insatisfecho, sin alcanzar la satisfacción, pues ésta está ligada a la presencia de los factores intrínsecos.

En Francia, GEORGES FRIEDMANN (1902 a 1977) se convierte en referente (sobre todo a partir de 1959 con la fundación de la revista *Sociologie du Travail*) de la renovación de ideas sobre los beneficios humanos que proporciona el taylorismo. En colaboración con PIERRE NAVILLE (1904 a 1993), FRIEDMANN cuestiona las ventajas de la estandarización de movimientos y el carácter científico sobre los estudios relacionado con la fatiga³¹⁵.

tems: A North American Reflection on Empirical Studies of the Seventies. *Human Relations*; 35(12):1179-1204.

314. HERZBERG, F.; MAUSNER, B.; SNYDERMAN, B.B. (1959). *The Motivation to Work* (2nd ed.). New York: John Wiley.

315. FRIEDMANN, G.; NAVILLE, P. (1963) *Tratado de sociología del trabajo*. FCE: Fondo de Cultura Económica. México [Edición francesa: 1961].

Durante los sesenta los trabajadores, atendiendo a su nivel de vida y protegidos contra el despido (por la gran demanda de trabajo existente), pierden el sentido de la asiduidad al trabajo, e incluso el propio sentido del trabajo, debido a los empleos que se les proponen en múltiples sectores industriales. Se hace necesario un nuevo sistema de Organización.

Poco a poco irá calando la idea de que la persona necesita por naturaleza terminar sus actividades y conocer el resultado de sus esfuerzos; por lo tanto, deberá poseer una visión global de su actuación e incluso permitírsele el conocimiento de los resultados obtenidos y una cierta participación en las tareas de control (en este marco están las técnicas de gestión a la japonesa).

Las denominadas Nuevas Formas de Organización se basan en un modelo reformado del hombre y la mujer en el trabajo. Entre las características de estas nuevas formas, se encuentran:

- Lazos existentes entre la naturaleza de la persona y su trabajo. Existe una relación de causalidad entre el desarrollo de la persona, y el de su trabajo.
- Revalorizar la organización espontánea, garantizando una mejor adaptación del trabajo a la persona, y de éste al trabajo.
- La segmentación de los roles por la división del trabajo y la especialización en exceso no respeta el carácter global de la personalidad, valdrá la pena potenciar los trabajos en grupo y a distinto nivel frente al trabajo excesivamente individualizado.
- Conocimiento de los efectos del trabajo para una mayor integración con la tarea. La Organización Científica del Trabajo no respondía a la necesaria identificación de la persona con el proceso y el producto.

- Satisfacción del carácter sociable en la persona.

Obviamente, pensamos que los métodos de organización del trabajo, orientados a las personas, deben ejecutar el diseño de puestos teniendo en cuenta los siguientes aspectos: jurídicos, técnicos, económicos, ergonómicos, psicológicos y sociales.

9.3 Las Ciencias de la Computación en la Organización de la Producción

Durante este periodo de innovación tecnológica, los Métodos Cuantitativos (análisis, modelización y resolución de problemas) de Organización de la Producción contemplan importantes avances propiciados por el desarrollo de las Ciencias de la Computación. Entre ellas destaca una disciplina, nacida en el ámbito militar británico³¹⁶, que se conoce como *Investigación Operativa*³¹⁷; con ella se integran los esfuerzos de militares y de científicos del bando aliado con el propósito de ganar la Guerra.

La figura más destacada de aquel proceso de integración fue PATRICK MAYNARD STUART BLACKETT (1897 a 1974), que se había unido a la sección de instrumentación de la RAF³¹⁸. BLACKETT fue designado consejero científico del mariscal de la aviación en

316. A partir de 1937, los científicos británicos iniciaron su colaboración con los militares a fin de poner en marcha un nuevo invento: el radar. Durante la Segunda Guerra Mundial algunos militares de alto rango solicitaron a científicos e ingenieros que analizaran problemas militares. Estos problemas incluían el aprovechamiento de las ventajas ofrecidas por el radar, su utilización efectiva en misiones militares, y, posteriormente, la distribución física de equipos, misiones de bombardeo, la guerra antisubmarina y las operaciones con minas llevadas a cabo durante la campaña bélica.

317. El término *Investigación de Operaciones* se atribuye a A.P. ROWE, un oficial de aviación británico que por la época constituyó equipos para lo que denominó “investigación de operaciones” en el sistema de comunicación y la sala de control de la estación británica de radares. Lo que ROWE entendía como operaciones eran las acciones que se realizaban para comunicar las diferentes informaciones, más o menos importantes, obtenidas por las estaciones radar y que debían comunicarse a diferentes lugares con diferentes prioridades para su aprovechamiento.

318. RAF: Royal Air Force

la comandancia costera Joubert a principios de 1940. Inicia allí un estudio analítico de la guerra contra los U-boats, formando un grupo de trabajo posteriormente bautizado como el “Circo BLACKETT”³¹⁹. El mismo año es designado Director del grupo de investigación de operaciones navales: *Operational Research*, a cargo del almirantazgo, y a finales del mismo año es designado consejero científico del general PILE que estaba a cargo de misiones antiaéreas en plena batalla de Gran Bretaña.

El papel de este grupo era era inicialmente la coordinación entre el equipo de radares y los puestos de artillería³²⁰. Este trabajo puede considerarse como el primer estudio en investigación operativa conocida como tal de la historia.

Poco después, y visto el buen resultado ofrecido por estos grupos en el ejército británico, la investigación Operativa hizo su entrada en los Estados Unidos, según narran autores ingleses, como Sir ROBERT WATSON-WATT³²¹, por sugerencia británica. Tras el inicio de la participación americana en la guerra, se propuso a los norteamericanos que introdujeran también grupos de civiles científicos para el estudio de operaciones militares.

Su primera actuación al otro lado del Atlántico fue a través del recién constituido grupo de investigación de operaciones de minas de la marina de Estados Unidos; que eventualmente se

319. El Circo BLACKETT era un grupo heterogéneo, constituido por tres psicólogos, dos físico-matemáticos, un astrofísico, un oficial del ejército, un topógrafo, un físico y dos matemáticos, pero con una sólida formación científica y con pocos conocimientos sobre aspectos militares, incluso de la tecnología que pretendían aprovechar: el radar. Su labor, principalmente, era la de aportar rigurosidad científica a muchas de las decisiones militares de tipo operativo, y sin duda alguna la mayor aportación de BLACKETT fue convencer a las autoridades de la necesidad de gestionar operaciones complejas utilizando el método científico. Es por ello que en muchos círculos es calificado como el primer investigador operativo de la historia.

320. GUE, R.; THOMAS, M. (1968) *Mathematical Methods in Operations Research*. New York: Macmillan.

321. ‘Three steps to victory’

amplió hasta constituir el grupo de investigación de operaciones de guerra antisubmarina dirigido por PHILLIP MORSE³²². Más adelante se amplió el radio de acción de este grupo y se renombró como el grupo de investigación de operaciones, para indicar su mayor alcance. Al igual que BLACKETT en Gran Bretaña, los americanos ven a MORSE como el “padre” de la investigación de Operaciones (que en Estados Unidos fue denominada Operations Research). Años más tarde, en 1952, sería el primer presidente de la sociedad norteamericana de Investigación Operativa (ORSA) y muchos de los científicos y de los matemáticos distinguidos a los que él dirigió durante aquella época fueron, una vez acabada la guerra, los pioneros del área en los Estados Unidos.

Al finalizar la guerra, las circunstancias en Gran Bretaña y Estados Unidos hicieron que ambos grupos se desarrollaran de forma distinta. En Estados Unidos, los fondos para la investigación en el campo militar se incrementaron, por lo que la mayoría de los grupos se consolidaron, creciendo en número y tamaño. Un ejemplo es la RAND Corporation, fundada por DONALD DOUGLAS en 1946, que colaboró de forma significativa al desarrollo de la Investigación Operativa. Al parecer, los primeros cursos sobre Investigación Operativa se impartieron en el M.I.T. en 1948, y un año después hubo un ciclo de conferencias en el University College de Londres. Poco después, se ofrecían programas específicos completos en las Universidades Case Western Reserve, Johns Hopkins y North-Werstern de USA y en el Imperial College y la London School of Economics de Inglaterra. Aún así, en la primera conferencia sobre la Investigación Operativa en la Industria, que tuvo lugar en el

322. Dr. Morse fue además coautor, con George Kimball, del primer libro sobre el área: *Methods of Operations Research*, el primer libro americano sobre Investigación Operativa basado en el trabajo de la marina.

Case Institute of Technology de Cleveland en 1951, fue casi imposible encontrar aplicaciones industriales de carácter no militar.

Sin embargo en Europa, donde la prioridad era la reconstrucción de la maltrecha economía, se produjo un incremento en el interés en la Investigación Operativa debido en buena parte a la observación de los científicos que los principios desarrollados eran igualmente aplicables a muchos problemas del sector civil, desde problemas a corto plazo como la gestión de inventarios o la secuenciación hasta problemas a largo plazo como la planificación estratégica o la asignación de recursos. En esta nueva era, la *Revolución Científico-Técnica*, las máquinas empezaron a reemplazar a las personas y “este efecto, junto al desarrollo de la electrónica y la creciente complejidad de los procesos de gestión, fue el terreno fértil en que creció de la Investigación Operativa”³²³

El final de la década de los 40 también aportó un incremento en el estudio de las herramientas matemáticas que se han transformado en sinónimo de la Investigación Operativa. Durante la Segunda Guerra Mundial, principalmente la estadística y otras herramientas provenientes de diversos campos científicos apoyaron los esfuerzos de guerra, pero en 1947 GEORGE DANTZIG³²⁴, trabajador de la RAND Corporation, desarrolló el denominado algoritmo **Simplex** para la programación lineal que rápidamente se convirtió en un hito en esta nueva disciplina científica. El método Simplex fue presentado en público por primera vez en el 1949³²⁵, y aún hoy en día es uno de los

323. GUE, R.; THOMAS, M. (*op. cit.*).

324. Para obtener una visión histórica de la PL, a través del propio Dantzig, se puede consultar: George B. DANTZIG “Linear Programming: The Story About How It Began”. Operations Research. January-February 2002. Volume 50, Number 1, pp 42-47.

325. DANTZIG, G.B. (1949) “Maximization of a linear function of variables subject to linear ine-

métodos más utilizados dentro del área y el mismo algoritmo, aunque con diversas mejoras, continua siendo ampliamente utilizado.

La programación lineal permite resolver problemas matemáticos enunciados de la siguiente forma: Minimizar o maximizar una función lineal sujeta a una serie de restricciones lineales. Esta técnica permitía resolver, entre otros, tres problemas que habían sido enunciados anteriormente y de interés para la Investigación Operativa³²⁶: (1) el problema de asignación, (2) el problema de transporte y (3) la resolución de los juegos entre dos jugadores de suma nula de teoría de juegos.

El primero de ellos, el problema de asignación, fue estudiado por primera vez por MONGUE en el siglo XVIII que planteó el problema en el área del transporte de tierras en un contexto continuo. El problema, relacionado con el problema del matching bipartito y la teoría de grafos, fue estudiado a principios del siglo XX por FROBENIUS, entre 1912 y 1917, KÖNING, entre 1915 y 1931, y EGERVÁRY en 1931 que fundamentó las bases del posterior método húngaro enunciado en 1956 por KUHN³²⁷, una vez DANTZIG ya había formulado la utilidad de la programación lineal para la resolución del problema³²⁸. Aparte

qualities”, en: *Activity Analisys of Production and Allocation – Proceedings of a Conference (Proceedings Conference on Linear Programming, Chicago, Illinois, 20-24 Junio, 1949; Tj.C. Koopmans , ed.)*, Wiley New York 1951, pp. 339-347.

326. Para las descripciones relativas a la historia de la optimización combinatoria, se ha empleado como fuente el texto de Alexander SCHRIJVER “On the history of combinatorial optimization (till 1960)”.

327. KUNH, H.W. (1956) “The Hungarian method for the assignment problem”, *Naval Research Logistics Quaterly* 3 (1956) 253-258.

328. DANTZIG, G.B. (1949) “Application of the simplex method to a transportation problem”, en: *Activity Analisys of Production and Allocation – Proceedings of a Conference (Proceedings Conference on Linear Programming, Chicago, Illinois, 20-24 Junio, 1949; Tj.C. Koopmans , ed.)*, Wiley New York 1951, pp. 359-373.

de la utilidad práctica del problema, la asignación de recursos a diferentes actividades, este problema permitió comprender que un algoritmo finito no tiene por qué ser útil para la resolución de problemas reales, que hay una diferencia importante entre aquellos algoritmos cuyo tiempo de ejecución tiende a requerir un tiempo exponencial de resolución y aquellos que requieren un tiempo polinomial, fomentando así el nacimiento posterior de la teoría de la complejidad³²⁹.

Otra de las primeras aplicaciones que ofreció DANTZIG para su método era la resolución del problema del transporte, consistente en dados unos centros de fabricación con una capacidad de producción, unos centros de demanda con un consumo y una tabla con los costes asociados a proveer a un centro de demanda por parte de uno de los centros de fabricación, encontrar el sistema de aprovisionamiento de mínimo coste. Este problema es un caso específico de la programación lineal, que había sido estudiado con anterioridad a la aparición de ella. El primer trabajo sobre el área proviene de la planificación del transporte realizada en la Unión Soviética. A.N. TOLSTOÏ, formuló el problema en un artículo titulado “Métodos para encontrar el kilometraje mínimo total en la planificación del transporte de cargas” y posteriormente mostró su utilidad para problemas de transporte de sal, cemento y otros bienes a través de la red ferroviaria soviética. Curiosamente el método heurístico propuesto por TOLSTOÏ obtenía el óptimo en todos los pro-

329. Una referencia a este hecho puede encontrarse en un documento enviado a la Comisión Cowles en la que Beckmann y Koopmans (“On some assignment problems”, Cowles Comisión Discusión Paper: Economics No. 2071, Colwles Comisión for Research in Economics, Chicago, Illinois, 2 de abril de 1953) escriben: “Debe añadirse que en todos los problemas de asignación discutidos anteriormente siempre hay, por supuesto, la alternativa de utilizar un método enumerativo basado en la fuerza bruta consistente en evaluar todas las asignaciones posibles y seleccionando la mejor. Esto es demasiado costoso en la mayoría de casos prácticos y por método de resolución sólo deben tenerse en cuenta aquellos procedimientos que reduzcan el trabajo computacional a proporciones manejables para una amplia clase de problemas”

blemas no triviales que planteó³³⁰. Posteriormente, KANTOROVICH estudiando una clase de problemas más general planteado por diversos ingenieros encargados de la producción en algunas fábricas soviéticas desarrolló un método semejante al Simplex en 1938 que no llegó a publicar de forma completa, según dice él en sus memorias: “*debido al interés por parte del gobierno de no mostrar los resultados de sus investigaciones para su uso fuera de la Unión Soviética*”. Europeos y Norteamericanos empezaron a estudiar el problema durante la Segunda Guerra Mundial de manos de HITCHCOCK³³¹ y KOOPMANS^{332 333} que mostraron la importancia práctica del problema y alentaron a DANTZIG³³⁴ una vez desarrollado el método Simplex basarán la efectividad de su propuesta en la capacidad del método para resolver el citado problema.

Posteriormente a la publicación de los trabajos de DANTZIG, VON NEUMANN observó la relación entre la programación lineal y el teorema Mínimax para encontrar la estrategia óptima en juegos competitivos. En realidad observó que el método propuesto por él y por BROWN³³⁵ podía resolver también el problema de asignación y que en realidad este método era capaz

330. Tolstoi definió las condiciones necesarias que debía cumplir una solución para ser el óptimo del problema, aunque sin saber que esta condición aparte de ser necesaria era suficiente.

331. HITCHCOCK, F.L. (1941) “The distribution of a product from several sources to numerous facilities”. Journal of Mathematics and Physics 20 (1941) 224-230.

332. KOOPMANS, T.C. (1939) “Tanker Freight Rates and Tankship Building – An Analysis of Cyclical Fluctuations”. Publication Nr. 27, Netherlands Economic Institute, De Erven Bohn, Haarlem, 1939.

333. KOOPMANS, T.C. (1942) “Exchange ratios between cargoes on various routes (non-refrigerating dry cargoes)” Memorandum for the Combined Shipping Adjustment Board, Washington D.C. 1942, 1-12.

334. DANTZIG, G.B. (1951) “Application of the simplex method to a transportation problem”, en: Activity Analysys of Production and Allocation – Proceedings of a Conference (Proceedings Conference on Linear Programming, Chicago, Illinois, 20-24 Junio, 1949; Tj.C. Koopmans , ed.), Wiley New York 1951, pp. 359-373.

335. BROWN, G.W.; Von NEUMANN, J. (1950) “Solutions of games by differential equations”, en: contributions to the Theory of Games (H.W. Kuhn, A.W. Tucker, eds.) Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1950, pp. 73-79.

de resolver una gama de casos especiales de los problemas de programación lineal.

VON NEUMANN había desarrollado su teoría de juegos sujeta a las decisiones que adoptan diversos jugadores delante de una partida de póker. Su primer estudio data de 1928³³⁶, aunque la publicación que se acostumbra a utilizar como referencia para el nacimiento de la teoría es la publicación conjunta de MORGENSEN y VON NEUMANN del libro “*Teoría de Juegos y comportamiento Económico*” del 1944³³⁷

La teoría de juegos forma parte del campo de la investigación Operativa interesado por la toma de decisiones, y su desarrollo teórico ha sido uno de los campos de investigación importantes dentro de la economía, lo que ha llevado a que en 1994 se otorgara a JOHN C. HARSANYI, JOHN F. NASH y REINHARD SELTEN el premio Nobel de Economía por sus avances en la teoría de juegos, tanto en el análisis de las situaciones de equilibrio, los juegos cooperativos y sus implicaciones en la economía de libre mercado, y son los únicos científicos que han obtenido este premio tan significativo por sus aportaciones en el área de la Investigación Operativa, aunque no los únicos en haberlo recibido³³⁸.

Entre las aportaciones que hizo VON NEUMANN a las ciencias modernas, no sólo cabe contar la teoría de juegos. Sus aportaciones son muy variadas y pasan desde su propuesta de arqui-

336. Von NEUMANN, J. (1928) “Zur Theorie der Gesellschaftsspiele, Mathematische Annalen” 100, 295-320. (Traducido como “On the Theory of Games of Strategy”, pp.13-42 in Contributions to the Theory of Games, Volume IV (Annals of Mathematics Studies, 40) (A. W. Tucker y R. D. Luce, eds.), Princeton University Press, Princeton, 1959).

337. Von NEUMANN, J.; MORGENSEN, O. (1944) *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.

338. P.M.S. BLACKETT obtuvo este galardón en el apartado de física y debido a sus trabajos en el estudio de ondas posteriores a la Segunda Guerra Mundial.

tectura para ordenadores de propósito general, utilizada aún hoy en día, pasando por sus estudios prácticos con los primeros ordenadores y su propuesta de división entre los datos y programas, software, la arquitectura informática de soporte, el hardware, hasta la teoría sobre números pseudo-aleatorios y la simulación de Montecarlo que permitió en su momento la resolución de las integrales necesarias para resolver problemas relacionados con la física atómica y nuclear.

La simulación de Montecarlo, aparte de su aportación en la creación del arma más mortífera que ha utilizado la humanidad en una guerra, es también la madre de una de las técnicas en que se apoya la Investigación Operativa, la simulación, utilizada como herramienta de análisis de sistemas. Su base consiste en utilizar métodos de “sampling” estadístico a partir de números generados aleatoriamente. A pesar de ser una técnica intensiva computacionalmente, permitía la resolución de problemas de difícil resolución mediante métodos más formales. Tanto KOLMOGOROV como anteriormente HALL habían utilizado esta técnica para resolver problemas matemáticos como la determinación del número pi, pero la técnica que se había utilizado durante principios del siglo XX para descubrimientos tan importantes como la distribución de la t-Student por parte de WILLIAM SEALY GOSSET, no estaba suficientemente formalizada.

Se considera que VON NEUMANN y ULAM refinaron los métodos de simulación para su utilización en problemas probabilísticos concernientes a la difusión de un neutrón en un material fisible, y sentaron las bases para que HARRIS y KAHN³³⁹ en 1948 formalizaran la técnica. También en el mismo año FERMI,

339. H. KAHN (1956) “Use of different Monte Carlo sampling techniques,” en: Monte Carlo Methods, ed. H. A. Meyer (Wiley, New York, 1956).

METRÓPOLIS y ULAM utilizaron la técnica efectivamente para calcular los valores asociados a la ecuación de SCHRÖDINGER.

La utilización de esta técnica a problemas industriales debe esperar hasta 1961 cuando FORRESTER la utiliza para estudiar la dinámica de sistemas³⁴⁰, donde se definen las bases de la simulación asistida por ordenador.

Estas técnicas, adoptadas de la estadística para usar en Investigación Operativa no son las únicas técnicas procedentes de la teoría de números aleatorios. El campo de la teoría de colas, cuyos antecedentes se encuentran en ERLANG y MARKOV, también ha realizado aportaciones importantes a la Investigación Operativa.

MARKOV, que tuvo su desarrollo profesional dentro del mundo académico, realizó los primeros estudios sobre las posteriormente denominadas cadenas de MARKOV: secuencias de variables aleatorias cuyas variables futuras dependen probabilísticamente de las variables actuales, representadas por estados, a través de vías aleatorias. ERLANG, por el contrario, basó sus trabajos en teoría de la probabilidad dentro de la compañía telefónica Copenhagen Telephone Company (CTC), en la que estuvo empleado casi 20 años; estudió allí los tiempos de espera entre llamadas. Ambos trabajos fueron el inicio de la teoría de procesos estocásticos en la que se basa la teoría de colas, y que también se introdujeron en la teoría de inventarios que se desarrolló a partir de la fórmula EOQ propuesta por HARRIS en 1913.

Pero volviendo al método Simplex, este método pronto se encontró con dos limitaciones básicas: primero, sólo se podían resolver ecuaciones de tipo lineal, y segundo, las variables obli-

340. FORRESTER, J. W. (1961) Industrial Dynamics. Cambridge MA: Productivity Press.

gatoriamente debían ser continuas. En muchos problemas prácticos esto no era ningún inconveniente, e incluso en alguno de los problemas en los que debía comportar dificultades, como era el caso de la resolución del problema de asignación, se detectó de forma empírica que las soluciones obtenidas siempre eran enteras, demostrándolo mediante el teorema de BIRKHOFF.

Es por ello que se ha tenido que seguir desarrollando el campo de la programación no lineal (PNL) vinculado a aquellos problemas donde la función objetivo y/o las restricciones no son de tipo lineal. Los resultados fundamentales proceden del desarrollo del cálculo matemático en el siglo XVIII, siendo la Lagrangiana un pilar básico. La caracterización de las condiciones necesarias de optimalidad en PNL, se concretan, a partir de los resultados de LAGRANGE, en las condiciones de KHUN y TUCKER³⁴¹(1951), que recopila y estructura un conjunto de investigaciones llevadas a cabo por numerosos autores en los años cuarenta. La Programación no Lineal progresó durante los años sesenta y setenta, pudiendo enfrentarse a la resolución de problemas de tamaño medio con varias decenas de restricciones y algunos cientos de variables. No obstante, la investigación en la búsqueda de algoritmos eficientes seguía siendo muy activa, pues los existentes no eran plenamente satisfactorios.

Por otra parte se desarrollaron técnicas para la resolución de problemas cuyas variables estaban restringidas a adoptar valores de tipo entero o binario. Muchos de ellos provienen de la teoría de grafos, como el problema del viajante de comercio, el cálculo de caminos mínimos, el árbol parcial mínimo, los problemas de flujos, otros del área de la secuenciación y otros debidos a la indivisibilidad de ciertos elementos en la realidad³⁴².

341. (abreviado KT – a veces abreviado KKT, para acreditar a Karush, que había definido las condiciones en su tesis doctoral anterior a los enunciados de 1951.

342. Gomory comenta en “Collection of Personal Reminiscences”, (1991) en History of Ma-

Algunos de estos problemas son resolubles mediante algoritmos eficientes desarrollados durante los años cincuenta y sesenta, como el problema del árbol parcial mínimo, mediante los algoritmos de KRUSKAL³⁴³ o PRIM³⁴⁴, los problemas de flujo máximo, cuyo primer algoritmo de resolución se debe a FORD y FULKERSON³⁴⁵, el problema de flujo de mínimo coste, por FORD y FULKERSON³⁴⁶, y los problemas de caminos mínimos, FORD³⁴⁷, BELLMAN³⁴⁸, DANTZIG³⁴⁹, DIJKSTRA y MOORE³⁵⁰.

El problema de cálculo de caminos extremos ha tenido gran utilidad teórica para una gama de problemas vinculados con la teoría de grafos, pero, también ha tenido utilidad práctica en problemas de secuenciación de actividades y gestión de proyectos (CPM).

Se considera como primera aportación analítica a la gestión de proyectos singulares el diagrama debido a GANTT³⁵¹ (1910), que es una buena herramienta de representación, sobre todo si

thematical Programming, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnoy Kan y A. Schrijver (eds.) que su interés por la programación lineal entera provenía de su relación como consultor de la armada cuando exponiendo un modelo lineal para la división de la fuerza de trabajo, uno de los asistentes a la charla le insinuó que para ellos una respuesta del tipo 1,3 portaviones no significaba nada.

343. KRUSKAL, J.B. (1956) "On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem", Proceedings of the American Mathematical Society 7 (1956) 48-50.
344. PRIM, R.C. (1957), "Shortest connection networks and some generalizations". The Bell System Technical Journal 36 1389-1401
345. FORD L.R. ; FULKERSON D.R. "Solving the Transportation Problem", Research Memorandum RM-1736, The RAND Corporation, Santa Monica, California, [20 de Junio], publicado en Management Science 3 (1956-1957) 24-32.
346. FORD LR.; FULKERSON D.R., "Construction of Maximal Dynamic Flows in Networks", Paper P-1079, Research Memorandum RM-1981, The RAND Corporation, Santa Monica, California, [7 de mayo], publicado en Operations Research 6 (1958) 419-433.
347. FORD, L.R. (1956) "Network flow Theory". Paper P-923, The RAND Corporation, Santa Monica California, 14 de Agosto.
348. BELLMAN, R. (1958) "On a routing Problem" Quarterly of Applied Mathematics 16 (1958) 87-90
349. G.B. DANTZIG (1957) "Discrete-variable extremum problems". Operations Research 5, 266-277
350. E.F. MOORE "The shortest path through a maze", en: Proceedings of an international symposium on the Theory of Switching, 2-5 April 1957, Part II (The annals of the Computation Laboratory of Harvard University Volume XXX] (H. Aiken, ed.) Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1959, pp. 285-292.
351. GANTT, H.L. (1910) "Work, Wages, and Profits" The Engineering Magazine, New York, 1910.

permite la adición, supresión y desplazamiento de actividades a ejecutar en sintonía con los recursos utilizados; probablemente, uno de los primeros programas con estas funciones fue creado por GARMAN³⁵² a finales de los años 60.

No obstante, fueron el método CPM³⁵³, el método PERT y el método de los potenciales de BERNARD ROY, las primeras herramientas, basadas en grafos, utilizadas para la programación de actividades de un proyecto.

El problema de programación de actividades con recursos limitados, una extensión natural y realista de los trabajos anteriores, es uno de los afectados por la teoría de la complejidad, de la que se deduce, a efectos prácticos, la existencia de problemas para los cuales no es posible encontrar un algoritmo que garantice la obtención de soluciones óptimas para cualquier ejemplar en un tiempo de ejecución expresable mediante una función polinómica de los parámetros del problema. Esta teoría, ni rechazada ni demostrada, ha favorecido la proliferación y empleo de los algoritmos heurísticos.

La programación lineal con variables enteras se remonta a 1954, cuando DANTZIG, FULKERSON y JOHNSON³⁵⁴, grupo de trabajo de la RAND Corporation, resuelven de forma exacta el mayor problema del viajante de comercio resuelto hasta ese momento y consistente en encontrar el camino más corto que atravesara

352. M. GARMAN (1970) Solving Combinatorial Decision Problems via Interactive Computer Graphics with Applications to Job-Shop Scheduling. PhD thesis, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh (PA),

353. El método CPM, *Critical Path Method*, fue desarrollado en los años cincuenta por J. E. KELLY, trabajador de Remington-Rand, y M. R. WALKER, de Du Pont, para su uso en las plantas de tratamiento químico: J. KELLEY (1961). "Critical path planning and scheduling: Mathematical basis". Operations Research, 9(3):296--321.

354. G. DANTZIG, R. FULKERSON and S. JOHNSON (1954) "Solution of a large-scale traveling-salesman problem", Operations Research 2, 393-410.

todas las capitales de estado de los Estados Unidos, en aquel momento 48, y Washington DC., y que ya recogía gran parte de las ideas que más adelante darían paso al nacimiento de los algoritmos de Branch and Cut³⁵⁵.

En 1958 GOMORY³⁵⁶ extiende la idea utilizada por DANTZIG, FULKERSON y JOHNSON y demuestra la posibilidad de resolver un problema de programación lineal entera mediante la resolución iterativa de programas lineales relajando restricciones de integridad. En cada iteración un número de restricciones, llamadas cortes, violadas por la solución óptima del problema relajado, pero no por cualquiera de las soluciones enteras presentes en el problema, son añadidas a la formulación para su nueva resolución. Si bien GOMORY³⁵⁷ demostró que el procedimiento converge en un número finito de pasos, el procedimiento era inaplicable para la resolución de problemas con dimensiones realistas.

Al parecer, no es hasta 1978, que bajo el nombre de Branch and Cut³⁵⁸, la generación de planos cortantes no se transforma en una herramienta útil para la resolución de problemas con grandes dimensiones, no sólo utilizando cortes de tipo general sino también cortes específicos y definidores de facetas del poliedro de soluciones, y sólo en combinación con otro procedimiento conocido como Branch and Bound.

355. M. GRÖTSCHEL (1977) Polyedrische Charakterisierungen kombinatorischer Optimierungssprobleme, Anton Hain Verlag, Meisenheim/Glan.

356. GOMORY, R.E: (1958) "Outline of an algorithm for integer solutions to linear programs". Bulletin of the American Mathematics Society. 64, pp. 275-278

357. GOMORY, R.E: (1963) "An algorithm for integer solutions to linear programs". R.L. Graves, P.Wolfe, eds. Recent Advances in Mathematical Programming, McGaw-Hill, New York, 269-302

358. M. GRÖTSCHEL and M. PADBERG, "On the symmetric traveling salesman problem: theory and computation", en: Optimization and Operations Research (R. Henn, B. Korte, and W. Oettli, eds.), Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 157, Springer, Berlin, pp. 105-115.

Possiblemente, una de las primeras referencias sobre las ideas contenidas en B&B la encontramos en 1963 de la mano de BEALE³⁵⁹. En 1966, LAWLER y WOOD³⁶⁰ muestran la utilidad de este procedimiento en la resolución de programas lineales enteros, utilizando como valor de acotación el valor obtenido a partir del programa lineal relajado. La aplicación de este método crea una representación implícita del árbol de exploración del problema que dependiendo del tipo de problema y del ejemplar del problema convendrá recorrer de una manera u otra. Las técnicas básicas de exploración son la denominada *Depth-First* (primero en profundidad), consistente en escoger para la ramificación siempre el subproblema más cercano a la construcción de una solución completa del problema, *Breadth-First* (primero en amplitud), consistente en escoger para la ramificación todos los vértices del árbol de exploración de una etapa antes de pasar a la etapa siguiente y *Best-First* (primero el mejor, conocido en el mundo de la Inteligencia Artificial como A*) consistente en escoger siempre para ramificar el subproblema con mejor cota (a veces predictor) sobre la solución del problema.

Otro procedimiento exacto y muy extendido es la Programación Dinámica³⁶¹, que se apoya en el principio de optimalidad de BELLMAN³⁶² para evitar la enumeración explícita de todas las soluciones de un ejemplar del problema.

Los métodos exactos citados, incluso el método Simplex, no aseguran la obtención de una solución óptima en tiempo po-

359. E.M.L. BEALE (1963) "Two Transportation Problems". En Actes de la Beme Converence International de Recherche Operational, Oslo, 1963,

360. E.L. LAWLER and D.E.WOOD (1966) "Branch and bound methods: A survey". Operations Research, 14(3): 699-719, 1966.

361. Una reseña histórica sobre Programación Dinámica se encuentra en: Stuart DREYFUS (2002) "Richard Bellman on the Birth of Dynamic Programming". Operations Research. January-February 2002. Volume 50, Number 1, pp 48-51.

362. Richard E. BELLMAN (1957) *Dynamic Programming*. Princeton University Press, 1957

linomial. Esta observación podría interpretarse como un serio problema de operatividad computacional, sin embargo, la realidad es otra. Por ejemplo, existen procedimientos para resolver programas lineales con garantías de tiempo de ejecución polinómico, cual es el caso de los denominados algoritmos de punto interior propuestos por KAMARKAR³⁶³, que, todavía, no han desbancado al método simplex y sus variantes.

En otros casos, sí que es cierto que los algoritmos exactos no son capaces de resolver ejemplares de tamaño industrial en tiempos aceptables, y además existen algoritmos heurísticos capaces de obtener soluciones satisfactorias e incluso el óptimo (sin garantizarlo) en tiempos mucho menores. Un ejemplo paradigmático de este hecho es el problema del ciclo euleriano cuya primera formalización puede encontrarse en los trabajos de EULER³⁶⁴; el ejemplar más famoso de este problema es el conocido problema de los *puentes de Königsberg*, que EULER³⁶⁵ demostró, a través de un sencillo razonamiento, que no tenía solución.

El problema de viajante de comercio (TSP), consistente en encontrar un ciclo hamiltoniano de coste mínimo, es uno de los más estudiados. Al principio del siglo XXI el algoritmo exacto más eficiente disponible para su resolución, llamado *Corcorde*³⁶⁶

363. JOOKER, J.N. (1986) "Kamarkar's Linear Programming Algorithm". Intefaces 16: 75-90.

364. N. L. BIGGS, E. K. LLOYD and R. J. WILSON (1976) Graph Theory 1736-1936. Clarendon Press, Oxford, 1976. En él pueden verse algunos de los textos originales de Euler como el famoso problema de los puentes de Königsberg.

365. Otro de los problemas que trató Euler es conocido con el nombre “problema del movimiento del caballo” que reza así: andar con el caballo por todas las casillas del tablero sin estar dos veces en ninguna de ellas. Euler realizó un extenso análisis sobre el problema y creó una serie de conceptos que se convirtieron en parte de la piedra angular de la teoría de grafos, pero no fue ni el único ni el primero de los matemáticos que trataron de resolverlo; entre ellos: Taylor (1685-1731), de Moivre (1667-1754) y Lagrange (1736-1813). Euler dio una solución al ejemplar de 64 casillas del “problema del movimiento del caballo” que a su vez es solución del ejemplar de orden 8 del “problema de los cuadrados mágicos” ($S_8=260$).

366. David APPLEGATE, Robert BIXBY, Vašek CHVÁTAL, William COOK (1998) “On the solu-

y basado en las técnicas de branch and cut³⁶⁷, era capaz de resolver de forma óptima un problema de 15.112 ciudades tras 22,6 años de tiempo de computación calculado a través de la suma de tiempos de computación de toda la red de ordenadores utilizada para la computación en paralelo de la solución, mientras que el mejor algoritmo heurístico³⁶⁸ disponible obtenía la misma solución en un tiempo inferior a una hora, y soluciones a menos de un 0,2% de la mejor cota inferior conocida para problemas de mayor tamaño³⁶⁹ presentado en la literatura.

Los primeros estudios sobre heurísticas se centraron en problemas concretos, como el viajante de comercio³⁷⁰ o problemas que actualmente tienen un algoritmo eficiente para su resolución, por ejemplo las heurísticas de THORNDIKE³⁷¹ para el problema de asignación, y llevaron en algunos casos al desarrollo de algoritmos muy eficientes para ciertos problemas³⁷².

Básicamente, las ideas para el diseño de estos algoritmos son dos. Primera, la construcción de una solución de forma secuencial amparada por una regla, en principio determinista. Segunda, el empleo de algún procedimiento determinista de mejora local, *algoritmos de descenso*, definiendo un vecindario y una regla para pasar de una solución (denominada solución en curso) a

tion of traveling salesman problems". Documenta Mathematica Journal der Deutschen Mathematiker-Vereinigung International Congress of Mathematicians (1998) 645–656.

367. David APPLEGATE, Robert BIXBY, Vašek CHVÁTAL, William COOK (1995) "Finding cuts in the TSP (A preliminary report)". DIMACS Technical Report 95-05, March.
368. K. HELSGAUN (2000) "An Effective Implementation of the Lin-Kernighan Traveling Salesman Heuristic". European Journal of Operational Research 126 (1), 106-130.
369. Para un problema de 1.904.711 ciudades el resultado obtenido se encuentra a sólo un 0.19% de la cota inferior del problema.
370. G.A. CROES (1958) "A method for solving traveling-salesman problems". Operations Research 6, 791-812.
371. R.L. THORNDIKE (1950) "The problem of the classification of personnel". Psychometrika 15 (1950) 215-235.
372. S. LIN and B.W. KERNIGHAN (1973) "An effective heuristic algorithm for the traveling-salesman problem". Operations Research 21, 498-516.

otra vecina de igual o mejor calidad (que pasa a ser la solución en curso) hasta que se alcanza un óptimo local, momento en el que se produce la parada del algoritmo. Desafortunadamente, estas heurísticas que fueron pensadas para la potencia computacional de la época y, por tanto, enfatizadas hacia el diseño de la regla determinista constructora de la solución inicial, caen fácilmente en óptimos locales y ofrecen siempre (salvo sorteo) la misma solución, no obstante, mostraron su capacidad de resolver eficientemente aquellos problemas para las que habían sido diseñadas.

A lo largo de los años 80, aparecen heurísticas de propósito general para intentar enriquecer la generación de soluciones. Las heurísticas de propósito general, llamadas metaheurísticas, fijan un marco de trabajo lo suficientemente extenso como para permitir su aplicación a problemas muy distintos y con condiciones diferentes. Muchas de las metaheurísticas se basan en analogías con procesos naturales, como el recocido simulado, los algoritmos genéticos o la optimización por colonias de hormigas, o bien en intentar imitar el comportamiento asociado a la decisión humana frente a la resolución de problemas, como el GRASP o la búsqueda Tabú.

Las metaheurísticas se extienden rápidamente a partir de los 80 con el incremento progresivo de la capacidad de los microprocesadores (MIPS: millones de operaciones por segundo). Las metaheurísticas se convierten en un patrimonio compartido por diferentes disciplinas (ingeniería de organización, matemáticas, investigación operativa, inteligencia artificial, etc.), y estarán presentes en congresos científicos.

Por orden cronológico, a principios de los setenta nacen los algoritmos genéticos³⁷³ (*genetic algorithms* o, abreviadamente,

373. HOLLAND J. (1973) "Genetic algorithms and the optimal allocation of trials". SIAM J.

GA), una metaheurística basada en una analogía del proceso de selección natural de DARWIN. La idea es muy simple: la población de soluciones en curso es sometida a una serie de operadores de reproducción (generación de soluciones descendientes a través de la combinación de partes de soluciones originarias), de mutación (modificación, normalmente con empleo del azar, de una parte de una solución) y de selección, con objeto de crear una nueva población en curso de mejor calidad a la anterior.

El recocido simulado (*simulated annealing*, o abreviadamente, SA), introducido por KIRPATRICK et al.³⁷⁴, se basa en una analogía termodinámica del proceso de recocido metalúrgico, y se inspira en el modelo de simulación de éste ofrecido por METRÓPOLIS et al.³⁷⁵. La idea básica es también muy sencilla: dada una solución en curso, obtenemos, como solución tentativa, una vecina de la misma; si la solución tentativa es mejor (o igual) que la solución en curso, la substituye como tal; si es peor puede pasar a ser la solución en curso con una probabilidad que depende de la diferencia entre el valor de la solución en curso y el de la tentativa, y del valor de un parámetro de control regulable (denominado originariamente *Temperatura*) que, en la versión *ortodoxa* del SA, decrece monótonamente a lo largo de la ejecución del algoritmo. Evidentemente, el algoritmo debe retener, a lo largo del proceso, la mejor solución hallada (que no es necesariamente la última solución en curso): la *solución preferible*³⁷⁶.

Computing 2 (2), 88-105.

374. S. KIRPATRICK, C.D. GELLAT, Jr. and M.P. VECCHI (1983) "Optimization by simulated annealing" Science, pages 671-680, May 1983..

375. N. METROPOLIS, A. ROSENBLUTH, M. ROSENBLUTH, A. TELLER and E. TELLER (1953) Simulated annealing. Journal of Chemical Physics, 21:1087,

376. *Incumbent Solution*.

La búsqueda tabú (*tabu* o *taboo search* o, abreviadamente, TS), debida a Glover³⁷⁷ ³⁷⁸ ³⁷⁹, es un procedimiento de búsqueda en el espacio de soluciones que está guiado por una memoria a corto y a largo plazo. Su idea básica es aún más sencilla que la del SA: se trata de incorporar a un algoritmo de descenso, exhaustivo o no, un mecanismo de aceptación restringida de soluciones vecinas con calidad inferior a la de la solución en curso, tratando de evitar, lógicamente, la reiteración y dando la oportunidad de obtener soluciones preferibles con calidad monótonamente creciente a lo largo de la ejecución del algoritmo, para ello se aplican dos ideas: la *lista tabú* y el *nivel de aspiración*.

La combinación de un algoritmo *greedy* aleatorizado con un procedimiento de optimización local da lugar a los algoritmos de búsqueda *greedy* aleatorizada y adaptativa³⁸⁰ (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* o, abreviadamente, GRASP). Lo específico de los GRASP es la utilización del azar; la estructura general de tales algoritmos es la misma que la de los algoritmos *greedy* deterministas, pero en cada iteración la decisión parcial se adopta eligiendo, mediante el azar, una de las que figuran en una lista de decisiones candidatas; una vez determinada una solución, se busca un óptimo local asociado a la misma.

377. GLOVER, F. (1987) "Tabu Search Methods in Artificial Intelligence and Operations Research". ORSA Artificial Intelligence, Vol. 1, No. 2, 6.

378 GLOVER, F. (1989) "Tabu search-Part I". ORSA Journal on Computing, Vol. 1, No. 3, pp 190-206.

379. GLOVER ,F. (1990) "Tabu search-Part II". ORSA Journal on Computing, Vol. 2, No. 1, pp 4-32.

380. Quizás la primera referencia sobre GRASP es J.P. HART, A.W. SHOGAN (1987) "Semi greedy heuristics: An empirical study". Operations Research Letters, 6:107-114. A pesar de su origen reciente, existe una abundante literatura al respecto; en <http://www.research.att.com/~mgcr/doc/graspbib.pdf>, -rev. 20090327- Mauricio G.C. RESENDE nos ofrece una selección extensa de referencias sobre el tema.

Finalmente, para concluir esta reseña sobre las principales metaheurísticas, aunque dejando otras muchas en el tintero, nos encontramos con los algoritmos de colonias de agentes cooperativos, llamados coloquialmente algoritmos de hormigas³⁸¹ (*Ant System: colony of cooperating agents* o, abreviadamente, AS), introducidos por MARCO DORIGO, VITTORIO MANIEZZO y ALBERTO COLORNI. Los AS se basan en una analogía del comportamiento de algunas colonias de hormigas para la obtención de alimento de manera eficiente. Las ideas básicas de esta metaheurística son también muy sencillas: se construyen soluciones bajo un esquema *greedy* aleatorizado de forma que, en cada iteración particular de una solución, la decisión parcial se adopta eligiendo, mediante el azar, una de las que figuran en una lista de decisiones candidatas, pero dando mayor preferencia a aquellas decisiones parciales que han conducido previamente a soluciones de mayor calidad, tratando de evitar, lógicamente, el estancamiento de la población de soluciones, para ello se aplican dos ideas: la *matriz de rastro* y el *factor de evaporación*. Por supuesto, también cabe la posibilidad de buscar un óptimo local para cada solución determinada.

Tras esta breve visión histórica, invitamos a reflexionar sobre la posible evolución futura de la Investigación Operativa y, en general, de los Métodos Cuantitativos; un tema muy discutido en muchas ocasiones. ELIEZER NADDOR, uno de los primeros profesores que obtuvo el doctorado en esta disciplina (1957), definía: “*la investigación de Operaciones es aquello que hacen los investigadores operativos*”.

381. M. DORIGO, V. MANIEZZO, A. COLORNI (1996) “The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents”. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B. Vol. 26, No. 1, pp.1-13.

9.4 Sobre problemas y métodos en la Industria

Durante este intervalo temporal las industrias en general y sobretodo la de automoción y aeronáutica se encuentra con nuevos problemas ante las exigencias de un mercado que requiere productos con menos coste con mayor calidad y en menos tiempo. Muchos de estos problemas serán resueltos desde las propias industrias. Otros problemas, más complejos en su resolución y más exigentes en tiempo para obtener una solución, favorecen el acceso a ellos del mundo académico a través de los Métodos Cuantitativos de Organización de la Producción asistidos por ordenador. Entre dichos métodos se encuentran los aportados por la Investigación Operativa.

La primera referencia histórica que tenemos sobre la modelización de un proyecto apoyada en el concepto de grafo, objeto empleado ampliamente en otras muchas áreas del conocimiento, con la asistencia de medios informáticos, se remonta a 1957, fecha en la J.E. KELLY y M.R. WALKER crearon, para la *Dupont de Nemours*, el método CPPS (critical path planning and scheduling), que más tarde recibió el nombre de CPM (critical path method: método del camino crítico). CPM se utilizó por vez primera para la programación y control del proyecto de una factoría química (de un coste de 10 millones de dólares) localizada en Louisville (Kentucky), sin que, en la programación inicial, ofreciera grandes ventajas respecto a los procedimientos tradicionales; no obstante, el método incorporó la actitud positiva de integrar las diversas modificaciones e incidencias habidas a lo largo del desarrollo del proyecto.

Hacia 1958, la Naval Special Projects Office, conjuntamente con personal de la Lockheed Missile Systems Division y un grupo de asesores de la firma Booz-Allen & Hamilton, desarrollaron y pusieron a punto una metodología denominada PERT

(Program evaluation research task o Program evaluation and review technique), con el fin de paliar en la medida de lo posible la tendencia que tenían los proyectos estatales a durar y costar mucho más de lo que inicialmente se había previsto. PERT se utilizó por primera vez en el control del Proyecto Polaris³⁸², en el que intervenían del orden de 11000 agencias y proveedores; al uso del PERT se atribuye la reducción de la duración de este proyecto en cerca de dos años.

En los dos casos relatados, la visión sobre los proyectos no era la misma, no obstante, ambos procedimientos poseen una serie de aspectos formales similares en cuanto a la representación gráfica de un proyecto. Es posible que estas coincidencias se deban a que, al parecer, el equipo que diseñó el PERT tuvo acceso a los documentos iniciales relativos al CPM; en cualquier caso, el PERT se caracterizó por sus consideraciones probabilistas, asociando a cada actividad una duración media, otra optimista y otra pesimista.

En Francia, por las mismas fechas, un equipo de trabajo formado por técnicos de *Chantiers de l'Atlantique*, SEMA: *Société d'économie et de mathématique appliquées*, y la *Compagnie des Machines BULL*, estudió un problema de equilibrado de curvas de carga de trabajo, que debía ser resuelto automáticamente por ordenador, de las distintas especialidades que intervienen en la operaciones de armamento de un buque. Los trabajos derivados de este estudio dieron lugar, posteriormente, al método de los potenciales o de BERNARD ROY, caracterizado por

382. El 15 de noviembre de 1960 se bota, en los EUA el primer submarino equipado con cohetes. Esta unidad, bautizada con el nombre de GEORGE WASHINGTON, lleva a bordo 16 cohetes POLARIS, los cuales poseen un alcance de 5000 Km. y pueden ser lanzados desde el submarino sumergido. Estos nuevos cohetes constituyen en la fecha una amenaza contra la cual apenas existe defensa, son autenticas armas intercontinentales que pueden incorporar una cabeza nuclear. Con posterioridad, las grandes potencias (entre ellas la URSS, Inglaterra y Francia, además de los EUA) dispondrán de flotas de submarinos equipados con este tipo de ingenios.

asociar las actividades a los vértices del grafo representativo, en contraste con PERT, CPM y derivados, salvo PDM (Precedence Diagramming Methode), que sitúan las actividades en los vértices.

Estos procedimientos causaron inicialmente un gran impacto, debido a su sencillez conceptual y, en el caso del PERT y sus variantes (PEP -versión del ejército del aire-; LESS -versión de IBM-; NASA PERT; IMPACT; PERT II a IV; etc.), a su gran difusión, mediante cursos, seminarios, artículos, libros, etc., propiciada por las enormes aportaciones económicas que el gobierno de los Estados Unidos facilitaba a través de contratos del departamento de defensa. Sin embargo, la puesta en práctica de estos métodos en la vida civil no resultó tan exitosa, su implementación exigía grandes esfuerzos, muchos recursos y una gran disciplina, algunos usuarios los abandonaron y otros, especialmente en la industria de la construcción, siguieron utilizándolos aunque sin los alardes de los primeros tiempos.

La primera prolongación del PERT, para hacer frente a la críticas relativas a que éste sólo tenía en cuenta el factor tiempo, consistió en incorporar procedimientos contables. El PERT/COST, nombre que recibió, pretendía asociar el coste de un proyecto a sus actividades, esto obligaba a tener una estructura de costes adaptada a la estructura del proyecto, esta última representada por el organigrama tecnológico que establece una jerarquía entre actividades clasificadas por tipos (diseño, construcción, pruebas de integración, etc.). La idea era, y sigue siendo a nuestro entender, básicamente correcta, pues de esta forma se puede determinar más eficazmente las causas de las desviaciones en los costes; sin embargo, las empresas continuaron empleando los procedimientos contables tradicionales, con lo que la doble contabilidad creaba más problemas de los que resolvía; PERT/COST fue abandonado.

Este último procedimiento no debe confundirse con el MCX (Minimum Cost Expediting), el cual pertenece a la línea de desarrollo del CPM y permite establecer diferentes duraciones para la compleción de un proyecto asociadas a un coste total mínimo; para ello, se supone una relación inversa entre el coste para realizar cualquier actividad y su duración. El resultado final es un conjunto de soluciones entre las que el responsable del proyecto elige aquélla que más se aproxima a los objetivos marcados.

El GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) y el VERT (Venture Evaluation and Review Technique) constituyen los intentos más ambiciosos de introducir el tratamiento de la incertidumbre en los esquemas tipo PERT. Ambos métodos pretenden analizar proyectos en los que la incertidumbre afecta tanto a la duración de las actividades como a las relaciones entre las mismas. En esta misma línea de trabajo también se puede incluir el DCPM (Decision CPM) por su parentesco con las redes y árboles de decisión.

Otro factor importante a tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto es el consumo de recursos por parte de las actividades que lo componen. Desde 1960, año en el que se inicia la utilización extendida de los primeros procedimientos, se abordan problemas en los que, además de tener en cuenta relaciones de precedencia entre actividades, los recursos disponibles a lo largo del tiempo presentan unos niveles indicativos o bien están limitados; emparentados con esta última problemática, aunque procedentes de la línea de desarrollo del método de los potenciales o de ROY, hallamos los problemas disyuntivos, en los que las relaciones entre dos o más actividades implican que éstas no pueden desarrollarse simultáneamente. El primer tipo de problema, denominado de equilibrado, consiste en obtener un programa del proyecto en el que los consumos de los distin-

tos recursos se ajusten lo mejor posible a unos perfiles ideales establecidos, mientras que el segundo, denominado de compatibilidad, trata de obtener un programa con el que el consumo no exceda en ningún momento los recursos disponibles. Para tratar estos problemas se intentaron tanto métodos analíticos como heurísticos, con claro predominio de éstos últimos, entre los que encontramos el MANPOWER SCHEDULING para el problema de compatibilidad, y la heurística de BURGESS & KILLEBREW para el alisado de recursos.

A partir de los 80, los desarrollos se orientaron al CPM/MRP que intenta combinar las posibilidades que ofrece CPM con algunas prestaciones del MRP (Material Requirement Planning), pues asocia a las actividades del proyecto y a las relaciones tecnológicas que hay entre ellas distintos recursos, cuyas necesidades se programan en función de la estructura de componentes, de los plazos de adquisición y de los niveles de stock deseados.

En la actualidad, gran parte de estos procedimientos se han popularizado y extendido ampliamente. La causa de este éxito se debe a dos factores: la exigencia cada vez más palpable de gestionar eficientemente las actividades, y la disponibilidad de ordenadores y de programas, algunos de ellos de acceso gratuito. Sin embargo, hay que decir que estos métodos tuvieron serios detractores en un pasado no muy lejano. Hubieron épocas de desencanto en las que algunos profesionales, tales como los industriales ingleses de la construcción, llegaron a la conclusión de que no tenían utilidad alguna³⁸³.

383. Esto ocurría en las mismas fechas en que se produjo el famoso atraco al tren de Glasgow en el que una banda de delincuentes pararon un tren y en un tiempo récord trasladaron los billetes que transportaba a camiones para más tarde desaparecer con el botín. Poco tiempo después, la policía localizó la guarida donde se había planeado el atraco en la que encontró numerosos graffitis con los que se había establecido un cuidadoso programa que condujo al éxito de la operación. Al parecer, el cerebro de la banda, RONALD ARTHUR BIGGS, sí creía en estos métodos.

También en la categoría de problemas de secuenciación de tareas, en 1959 BOWMAN³⁸⁴ y WAGNER³⁸⁵ publican “The schedule-sequencing problem”, y “An integer linear-programming model for machine scheduling”, respectivamente. En ambos casos, se utiliza la programación matemática como herramienta de modelización y resolución de problemas operativos de Gestión de Producción, si bien con las dificultades derivadas de su resolución (no existen todavía ordenadores apropiados, ni, mucho menos, PCs).

Al mismo tiempo, aparecen los enfoques de Programación-Secuenciación ligados a la Investigación Operativa, como los de JOHNSON³⁸⁶, para el caso de 2 máquinas y de 3 máquinas en condiciones especiales; posteriormente la aplicación del Branch and Bound da paso al algoritmo de LOMNICKI³⁸⁷ y a las heurísticas, donde se centra el problema de taller mecánico en su entorno determinista.

Por otra parte, fue importante el reconocimiento de que el taller de producción intermitente pudiera representarse como un Sistema o Red de Colas, y dio lugar a gran cantidad de investigaciones básicas que aún hoy continúan. ROEWE en 1958 presentó la primera evaluación en gran escala de seis Reglas de Servicio, utilizando una simulación del taller de producción intermitente de una planta de General Electric; aunque el estudio de ROEWE incluía tanto al personal como las máquinas, no contenía supuestos relativos a la tasa de llegada de las piezas.

384. Bowman, E. H. (1959) “The schedule-sequencing problem”. *Operations Research*, Vol. 7, pp 621-624.

385. Wagner, H. M. (1959) “An integer linear-programming model for machine scheduling,” *Naval Research Logistics Quarterly*, vol. 6, pp. 131-140.

386. Johnson, S.M. (1954) “Optimal Two and Tree-stage Production Schedules with Setup Times Included”, *Naval Research Logistics Quarterly* vol.1 n°1, 61-68.

387. Lomnicki, Z.A. (1965) “A branch and bound Algorithm for the exact solution of the tree machine scheduling problem”, *Operational Research Quarterly*, 16, 89-100.

CONWAY y MAXWELL publican en 1962 su artículo³⁸⁸ sobre el lanzamiento de operaciones en un sistema siguiendo unas reglas; posteriormente, junto con MILLER, desarrollan una primera teoría para la programación de operaciones³⁸⁹, en un marco conceptual secuenciación-temporización, tanto para el tratamiento de los problemas en contexto determinista (Programación Entera), como en entornos aleatorios (Colas y Redes de Colas, y Simulación).

Ligado a los problemas de Estructura de los Productos (Lista de Materiales), y ante la necesidad de herramientas que permitiesen la explosión a distintos niveles (conjuntos, subconjuntos, ensambles, piezas, etc.), el matemático ANDREW VAZSONYI desarrolla³⁹⁰ un procedimiento sistemático basado en el Álgebra Matricial, que dio un marco conceptual para ejecutar la etapa de planificación detallada (cálculo de necesidades), necesaria para empresas con productos de estructura complicada. No obstante la complejidad real de su utilización (inversión de matrices, que con una elevada dimensión, representan la estructura del producto) y la inadecuación de los métodos de cálculo disponibles, hicieron que este tema no tuviera un amplio desarrollo y utilización hasta la aparición de las técnicas MRP.

Desde el ámbito de la Gestión de Producción, en su visión táctica, empiezan a plantearse los temas de Planificación Agregada, en general mediante modelos de Programación Matemática: BOWMAN utiliza el Algoritmo del Transporte³⁹¹; HOLT, MODIGLIANI, MUTH y SIMON definen las reglas lineales

388. Conway, R.W.; Maxwell, W.L. (1962) "Network dispatching by the shortest operation discipline". *Operations Research*, 10, 51-73.

389. Conway, R.W.; Maxwell, W.L.; Miller, L.W. (1967) *Theory of scheduling*. Addison-Wesley.

390. Vazsonyi, A. (1958) *Scientific Programming in Business and Industry*. Wiley, NY.

391. Bowman, E.H. (1956) "Production scheduling by the transportation method of linear programming," *Operations Research*, vol. 4, no. 1.

de decisión³⁹² que aplicaron a una empresa de fabricación de pinturas (con una función objetivo no-lineal).

Posteriormente aparece la aplicación del concepto de Sistema Empresa como tal, compuesta de diferentes subsistemas, uno de los cuales es precisamente la Producción. Esta idea enfoca las preocupaciones hacia la búsqueda de mejoras de la fabricación, hacia la determinación de óptimos (o mejores soluciones) desde el punto de vista global.

En 1971, MIZE WHITE y BROOKS publican su texto sobre planificación y control de operaciones³⁹³ que enfoca la Dirección de Operaciones desde la óptica, no ya de Programación y Control (que era la habitual, además centrada en Taller mecánico) sino como su nombre indica desde la visión de Sistema, y utilizando los conceptos de función de transferencia, entradas y salidas de cada subsistema. Introducen las etapas de Previsión, Planificación y Gestión de Stocks, quedando de esta forma definida, en su estructura actual, la Planificación y Control de Operaciones. Posteriormente, KOCHHAR utiliza una estructura similar para plantear el marco en el que desarrollar los instrumentos informáticos de Planificación y Control de Producción³⁹⁴.

Con la aparición en 1974 del texto de JOHNSON y MONTGOMERY referente a la planificación, programación y el control de inventarios en producción³⁹⁵, se estructura el marco teórico-conceptual de relación entre los Métodos

392. Holt, C.C.; Modigliani, F; Muth, J.; Simon, H.A. (1960) *Planning Production, Inventory and Workforce*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

393. Mize, J.H.; White, Ch.R.; Brooks,G.H. (1971) *Operations Planning and control*. Prentice-Hall, N.Y.

394. Kochhar, A.K. (1979) *Development of Computer-Based Production Systems*. John Wiley & Sons.

395. Johnson, L.A.; Montgomery, D.C. (1974) *Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control*. John Wiley & Sons.

Cuantitativos (no sólo de la Programación matemática) y la Dirección de Operaciones; a partir de ese momento queda definida la potencia y utilización de la Investigación Operativa como herramienta para modelizar y resolver problemas relacionados con la Dirección de Producción a nivel operativo y táctico. Por otra parte, la consideración de la empresa como sistema, y la necesidad de utilizar la más amplia diversidad de Métodos Cuantitativos para la resolución de los problemas de gestión en sistemas hombre-máquina amplía los enfoques iniciales de la Investigación Operativa e incluso los del *Management Science*.

También en los setenta, ORLICKY publica su texto sobre Planificación de requerimientos de materiales³⁹⁶ (MRP), donde aparecen por primera vez los planteamientos de Explosión y Cálculo de Necesidades de Materiales, a través de métodos informáticos y mediante la utilización de archivos y bases de datos; se inaugura una nueva visión de la Gestión de Producción, la de la Gestión de Materiales o Logística Industrial (en su acepción de Planificación de Producción-Compras). En una segunda fase, se incorpora la planificación de requerimientos de capacidad (CRP), que da lugar a la visión integral, propuesta por WIGHT³⁹⁷, sobre la planificación de requerimientos de fabricación que se consolidará bajo el acrónimo MRP-II³⁹⁸. Con la incorporación de la informática a la Dirección de Operaciones se abre una nueva línea que irá desarrollándose hacia los sistemas integrados de fabricación asistida por ordenador (CIM).

396. Orlicky, J. (1975) *Material Requirements Planning : The New Way of Life in Production and Inventory Management*. McGraw Hill.

397. Wight, O.W. (1981) *Mrp Two : Unlocking America's Productivity Potential*. Van Nostrand Reinhold.

398. Wight, O.W. (1985) *Manufacturing Resource Planning M.R.P II : Unlocking America's Potential*. Revised edition, Oliver Wight Ltd Pub.

La amplitud del catálogo de productos (en empresas industriales), respuesta a la diversificación y personalización de los gustos del consumidor, dificulta la obtención del Plan Maestro de Producción; como consecuencia la coordinación entre el Plan Agregado y el Plan Maestro se hace cada vez más difícil. A lo largo de los setenta, ARNOLDO HAX y su grupo del MIT – BITRAN, HASS, GOLOVIN y MEAL, entre otros- introducen planteamientos jerárquicos en la planificación³⁹⁹, y desarrollan su metodología jerárquica, en cuanto a la toma de decisiones, para la Planificación de Producción⁴⁰⁰.

También a finales de los setenta, SVEN AXSÄTER introduce los conceptos de *agregación* y *jerarquía*⁴⁰¹ en los equipos e instalaciones productivas, incorporando además el planteamiento matricial, tanto en la definición de las matrices de agregación de los productos como en las de la estructura de los productos, e incluso en el consumo y utilización de recursos.

Desde mediados de los setenta en Japón, y finales de los setenta y principio de los ochenta en USA y Europa, aparecen las inicialmente denominadas tarjetas kanban, como apoyo al sistema de información para el control de inventarios, y el concepto de fabricación Just-In-Time (Toyota) o Douki Seisan (Nissan). Se consolidan los llamados sistemas de Gestión a la Japonesa bajo la idea del *Continuos Flow Manufacturing* (CFM).

La necesidad de incrementar la competitividad de la empresa reduciendo costes y aumentando la rotación de los activos, entre

399. <http://web.mit.edu/orc/www/papers/tr70.html>

400. Hax, A.C.; Meal, H.C. (1975) "Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling" En M.A.Geissler (ed): *Logistics, TIMS Studies in the Management Sciences*, Vol. 1, pp 53-69. Amsterdam.

401. Axsäter, S. (1979) "On the Design of the Aggregate Model in a Hierarchical Production Planning System". *Engineering and Process Economics*, Vol. 4, No. 2/3, June 1979, pp. 89-97.

otros mecanismos, plantea la reducción de los stocks; ésta se ve favorecida por el establecimiento de sistemas de producción con flujo de material lo más continuo posible; para ello se hace preciso la reducción de tiempos de cambio de partida de las variantes de los productos y un estricto control de calidad (*Total Quality Control*: TQC). Entre los autores que han divulgado estas técnicas destacan, YASUHIRO MONDEN⁴⁰², el académico que ha dotado al sistema de producción de Toyota⁴⁰³ de un marco conceptual y formativo empresarial y de gestión; SHINGEO SHINGO⁴⁰⁴, el técnico que participó en su desarrollo en empresas del Grupo Toyota y otras; y ROBERT W. HALL⁴⁰⁵ que, con el soporte de la APICS, ha planteado su conexión con la estrategia industrial y la excelencia.

Desde los años sesenta, y en el ámbito de la Ingeniería mecánica, aparece una preocupación por la estandarización, codificación y clasificación de las piezas, que permita la agrupación de esas en familias, que por sus similitudes puedan ser mecanizadas en grupos de máquinas; se trata de resolver los temas de fabricación (mecanización) optimizando la ocupación de máquinas (sobre todo con la aparición de la maquina herramienta de control numérico computerizado, y el control numérico dirigido) con elevado valor económico. Esta problemática se traduce en la Tecnología de Grupos, que tras un periodo de relativa calma esta viendo incrementada su importancia en el ámbito de los sistemas de fabricación flexible (FMS: *Flexible Manufacturing Systems*). Dichos sistemas son la respuesta a las necesidades de competitividad de la empresa industrial bajo la perspectiva de la productividad y la flexibilidad.

-
402. Monden, Y. (1981) "What Makes the Toyota Production System Really Tick?" *Industrial Engineering*. Vol.13. No.1, pp.36-46.
403. Monden, Y. (1983) *Toyota Production system*. Industrial Engineering and Management Press (Institute of Industrial Engineers).
404. Shingo, S. (1989) *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. 2nd edition, Productivity Press.
405. Hall, R.W. (1983) *Zero Inventories*. Dow Jones-Irwin, Homewood. Illinois.

Finalmente, es importante señalar la aproximación, a través de problemas, de áreas como la ingeniería mecánica, la ingeniería de diseño e ingeniería del proceso, la logística de materiales o, en un ámbito más amplio, la gestión de la cadena de suministro, la gestión de producción asistida por ordenador, e incluso las tecnologías de la información; y, como no, añadir los más importantes: los problemas relativos a Recursos Humanos. Todos estos ámbitos de conocimiento científico-técnico deben ser plataformas que propicien el desarrollo futuro de la Organización de la Producción.



❖ 10 LA ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA UNIVERSIDAD

10.1 Preliminares

En las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería Industrial y, más recientemente, en las Escuelas de Ingeniería de Edificación, las enseñanzas sobre los temas propios de la materia *Organización de la Producción* se remontan a más de medio siglo. Dichos temas han sido tratados a lo largo de este tiempo en diversas asignaturas troncales y optativas (con denominaciones distintas, según las Escuelas y el momento), y han tenido y siguen teniendo especial relevancia tanto en titulaciones superiores, como Ingeniería de Organización Industrial, Ingeniería Industrial e Ingeniería Química, como en titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) siguiendo los planes de Bolonia, entre las que se encuentran los másteres universitarios en Ingeniería de Organización, Automática y Robótica, Ingeniería de Automoción, Ingeniería Química, y Logística, Transporte y Movilidad.

Consideramos que la tradición es importante, y que también es importante reconocer el trabajo de un reducido grupo de ingenieros, juristas y economistas que, allá en el año 1958, enseñaban unos y aprendían otros, en sexto curso, Mejora de Métodos, Estudio de Tiempos, Seguridad e Higiene, Control Estadístico de la Calidad, y una serie de temas que hoy encuadraríamos en el Área de Conocimiento Organización de Empresas (Área 650) contenida, a su vez, en el Campo de Conocimiento Ciencias Sociales y Jurídicas⁴⁰⁶.

406. En la clasificación establecida por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación (ANECA), se distinguen 5 Campos de Conocimiento, a saber: Experimentales, Ciencias de la

Si la tradición es importante, también lo es inspeccionar en los orígenes.

“A partir de un huevo existen todas las cosas.”

[WILLIAM HARVEY (1578-1657)]

10.2 Al hilo de la tradición docente

El 17 de marzo de 1998 tuvo lugar en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona el acto académico con motivo de la *Primera Promoción de titulados de Ingenieros en Organización Industrial*⁴⁰⁷. En el acto, las “palabras del director”⁴⁰⁸ contribuyeron a puntualizar el significado de la expresión *Organización Industrial*.

Antes de que existiera esta titulación, entre las funciones que realizaban ingenieros industriales y otros profesionales, estaban las de asesoría y consultoría en organización (al igual que *l'Ingénieur-Conseil* en Francia), durante los años que actuó el Servicio Nacional de Productividad Industrial⁴⁰⁹ del, entonces, Ministerio de Industria. Este organismo pudo contar con la colaboración de profesionales, que contribuyeron difundir el Estudio del Trabajo (básicamente, métodos y tiempos) con publicaciones⁴¹⁰.

Salud, Ciencias Sociales y Jurídicas, Enseñanzas Técnicas, y Humanidades.

407. El texto relativo a la Conferencia del acto, a cargo del profesor Albert Corominas Subias, se recoge en el escrito: Corominas, A. (1998) *La reenginyeria: Vi vell en odres nous?*. UPC.

408. Ibid. Palabras pronunciadas por el director de la ETSEIB (www.etseib.upc.edu) en 1998: profesor Ramon Companys Pacual.

409. Tras la supresión del Servicio Nacional de Productividad Industrial, sus funciones fueron asumidas por la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria con la entrada en vigor del Decreto 2768/1967 del 2 de noviembre.

410. P. Ej.: Planificación y control de producción. Publicada por el Ministerio de Industria, Comisión Nacional de Productividad Industrial (1960). Entre los autores, 9 ingenieros: 7 industriales, 1 naval, 1 aeronáutico.

El 22 de septiembre de 2003 y en la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB), la *Primera Promoción* de la titulación Organización Industrial orientada a la Edificación asiste a su primera clase⁴¹¹. Con esta titulación de segundo ciclo, la EPSEB⁴¹² consigue la categoría de Escuela Politécnica Superior.

El 12 de julio 1955 se fundó en Madrid, por acuerdo de los entonces Ministerios de Industria y de Educación, la *Escuela de Organización Industrial* (EOI)⁴¹³ bajo el impulso del profesor FERMÍN DE LA SIERRA (1912 a 2004) y “*para perfeccionar la formación del personal directivo de las empresas o la de aquellos que, en un futuro, puedan llegar a puestos directivos*”. EOI es la primera escuela de dirección de empresas de España y una de las más antiguas de Europa, transformada en Fundación en marzo de 1997, y quizás es, con el nombre de esta escuela, donde se emplea por primera vez, en una institución académica de nuestro país, la expresión *Organización Industrial*.⁴¹⁴

El 28 de noviembre de 1956 la Junta de Gobierno de EOI nombra Director provisional de la Escuela a DE LA SIERRA, confirmándose este cargo a principios de 1957. Las enseñanzas impartidas durante los primeros años fueron *Organización de la Producción* y *Organización de la Empresa*, aunque algunas dificultades impidieron impartir una parte de esta especialidad a principios de 1957.

411. La primera clase correspondió a la asignatura Métodos Cuantitativos de Organización Industrial.

Los autores de este escrito, los profesores Francisco Javier Llovera Sáez y Joaquín Bautista Valhondo, en calidad de director de la EPSEB y de profesor de la asignatura, respectivamente, dedicaron unas palabras de bienvenida a la Primera Promoción.

412. www.epseb.upc.edu

413. www.eoi.es

414. En este contexto, entendemos que la nueva disciplina Organización Industrial quiso corresponder a la denominación sajona Industrial Engineering, para la que no cabe una traducción literal en nuestro país.

Por esta misma época, en el año 1958, nace en Barcelona la Escuela de Administración de Empresas⁴¹⁵ (EAE), por iniciativa de José de ORBANEJA Y ARAGÓN (1910 a 2003), entonces director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de dicha ciudad. EAE surge como consecuencia del acelerado proceso de industrialización que se vive en toda España, que, lógicamente, originó la necesidad de formar profesionales, entre ellos a ingenieros industriales, con mentalidad en gestión directiva. La nueva escuela de negocios contó para su creación con el apoyo del Ministerio de Industria y la Diputación y la Cámara de Comercio de Barcelona.

Posteriormente, la reforma de las enseñanzas técnicas en 1964, sirvió para introducir nuevas especialidades en los estudios de Ingeniería Industrial, una de ellas recibió el nombre de *Organización Industrial*. En el curso 67-68 se impartió por primera vez 4º y por tanto las asignaturas *Investigación Operativa 1* y *Organización de la Producción*. Todavía no estaban definidos los Grupos de Cátedra.

El 20 de junio de 1969, el profesor RAMON COMPANYS PASCUAL termina los ejercicios de la oposición a cátedra del Grupo XIII, *Organización de la Producción*, y se convierte en su primer catedrático en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona. A partir del curso 69-70, la cátedra de *Organización de la Producción* (Grupo XIII) se encarga de coordinar tres asignaturas de la especialidad *Organización Industrial*, a saber: *Organización de la Producción* (anual), *Investigación Operativa 1* (cuatrimestral) e *Investigación Operativa 2* (anual).

“Los temas de Investigación Operativa I (asignatura que dejé de dar) se estabilizaron en Introducción a la Teoría de la Decisión,

415. EAE: www.eae.es/

Teoría de Grafos, Programación Lineal, Colas y Simulación. En Organización de la Producción las dos líneas eran “Diseño de Sistemas Productivos” (localización, distribución en planta, mejora de métodos, estudio del trabajo, fiabilidad, programación de proyectos, etc.) y “Dirección de Operaciones” (previsiones, planificación, stocks, programación, etc.); en Investigación Operativa II “Decisión” (decisión estadística, juegos, multicriterio, programación dinámica, modelos de stocks y renovación, etc.) y “Programación” (programación lineal entera y mixta, programación combinatoria, programación no lineal, etc.). En aquellas épocas los libros de cabecera eran el Wagner, el Hadley, el Johnson and Montgomery, etc. para investigación operativa y los varios Buffa, el Eilon, el Riggs y especialmente desde su aparición el Mize, White and Brooks (conocido como “el libro rojo de la producción”) para organización de la producción.”⁴¹⁶

Posteriormente, en la misma ETSEIB, bajo el impulso del profesor JOSÉ DE ORBANEJA Y ARAGÓN, se constituyó el departamento de *Gestión Empresarial* en el que formaron parte, los Grupos XI (*Economía*), XII (*Administración*), XIII (*Organización*) y XVII (*Estadística*). En 1983, los Grupos XIII y XVII constituyen un nuevo departamento que se denominó *Técnicas Cuantitativas de Gestión*.

En 1989 la *Cátedra de Organización* propuso y obtuvo el cambio de nombre de las asignaturas *Investigación Operativa* por el de *Métodos Cuantitativos de Organización Industrial*.

“Lo había propuesto con anterioridad [...]. Tengo remordimientos por este cambio de nombre, aunque pienso que otros deberían tener más por haber contribuido a vaciar del significado original la investigación operativa.”⁴¹⁷

416. COMPANYS, R. (2001) “La Organización Industrial en la ETSEIB según la visión de Ramón Companys” Conferencia leída por el profesor Francisco-Cruz Lario Esteban en la sesión plenaria del IV Congreso de Ingeniería de Organización. Sevilla, 13-14 de septiembre de 2001.

417. Ibid.

Con la aplicación de la Ley de Reforma Universitaria (LRU)⁴¹⁸ se produce la nueva constitución de departamentos⁴¹⁹; los Grupos IX, XII y XIII optan por el Área de Conocimiento *Organización de Empresas* y se constituyen en un departamento con la misma denominación.

“Finalmente llegó el “instante de la verdad” de los departamentos y de las áreas de conocimiento; me tocaba elegir entre “Organización de Empresas” y “Estadística e Investigación Operativa”. En cualquiera de los dos ámbitos la situación de mi grupo era de frontera. Me decidí por organización y los que estaban conmigo, convencidos o no, me siguieron. No me he arrepentido nunca de esta decisión.”⁴²⁰

La llegada del Plan de estudios de 1994 del título de Ingeniero Industrial (a extinguir) dio un impulso a varias asignaturas. Las tres asignaturas pioneras: *Organización de la Producción* y las de *Investigación Operativa*, fueron originarias de dos nuevas troncales: *Organización Industrial* y *Optimización y Simulación*; éstas se unieron a las también troncales *Economía* y *Administración de Empresas*. Las dos primeras se vieron arropadas por otras asignaturas optativas, en el marco de los nuevos planes de estudios, específicas para los estudiantes que cursaban la intensificación *Gestión: Grafos y decisión, Métodos Cuantitativos de Gestión y Dirección de Operaciones*.

En el curso 1995-96 se pone en marcha la titulación de segundo ciclo *Ingeniero en Organización Industrial* que, tal como indicábamos al inicio de este apartado, ofrece sus primeros frutos en 1998. En el año 2000 llegará un nuevo plan.

418. LEY ORGÁNICA 25-8-1983, núm. 11/1983 BOE 1-9-1983, núm. 209.

419. Artículo 8º, Punto 2.: “Los Departamentos se constituirán por áreas de conocimiento científico, técnico o artístico, y agruparán a todos los docentes e investigadores cuyas especialidades se correspondan con tales áreas.”

420. COMPANYS, R. (2001). *Op. cit.*

En esta titulación, en fase de extinción, la irradiación del Grupo XIII (Organización de la Producción) también ha sido importante, pues, tanto las asignaturas obligatorias: *Modelos de decisión, Métodos cuantitativos de Organización Industrial, Diseño de sistemas productivos y logísticos y Dirección de operaciones*, como las optativas: *Técnicas de Organización Industrial, Métodos cuantitativos de Gestión y Sistemas avanzados de producción*, tienen los mismos orígenes. Orígenes que se han mantenido firmes hasta la actualidad en la ETSEIB, pues los nuevos planes de estudio de titulaciones de grado y másteres universitarios, adaptados al Espacio Europeo de Enseñanza Superior, han heredado temáticas propias de la Organización de la Producción y de la Investigación Operativa de aquella especialidad nacida en 1964 bajo la denominación Organización Industrial.

Como podemos ver, desde la reforma de 1964, en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales, las enseñanzas relacionadas con la *Producción* en *Organización Industrial* han estado vinculadas a las técnicas cuantitativas, lo que ha tenido, sobre la forma de enfocar todas las asignaturas antes mencionadas, unos efectos saludables, por una parte, pero, no lo negaremos, perniciosos, por otra.

Efectos saludables, porque han dado un carácter aplicado y realista a los temas propios de la Investigación Operativa y, en sentido inverso, una impronta cuantitativa a los de la Organización de la Producción. Esta interacción entre disciplinas, al final, ha resultado estar en sintonía con una orientación, una escuela, que hace unos cincuenta años tan sólo se insinuaba y que ahora se puede considerar consolidada, hablamos de la *Escuela Cuantitativa*. No obstante, no debemos olvidar que ha habido y habrá más de una orientación a la hora resolver problemas de Producción.

Efectos perniciosos, porque si acercamos en exceso la Organización de la Producción a la actual Investigación Operativa (cuya razón de ser ha quedado ensombrecida por otras ramas del conocimiento) y la alejamos de las Ciencias Sociales y Jurídicas, estamos destinados a fracasar. La Producción depende de lo Humano, basta dedicar unas horas de repaso a la Historia, y lo Humano, nos guste o no, está sujeto a lo económico, a lo jurídico y a lo social.

Afirmamos que en Producción los aspectos cualitativos y cuantitativos deben ir juntos. Esta alianza fundamental para el progreso permite además consolidar a la Organización de la Producción como una ciencia⁴²¹ de pleno derecho según nuestra cultura.

“Los hombres dieron un gran paso hacia adelante cuando se convencieron de que, para entender la naturaleza de las cosas, es preciso empezar por preguntar, no si algo es bueno o es malo, nocivo o beneficioso, sino: ¿qué clase de cosa es ésta, y en qué cantidad?. Entonces se reconoció que calidad y cantidad son los rasgos primarios que la investigación científica debe descubrir.”

[JAMES CLERK MAXWELL (1831 a 1879)].

“Cuando las leyes de la matemática se refieren a la realidad, no son ciertas; cuando son ciertas, no se refieren a la realidad.”

[ALBERT EINSTEIN (1879 a 1955)].

El atractivo que ejercen los aspectos cuantitativos en detrimento de los cualitativos a la hora de intentar demostrar que se tie-

421. *Episteme*: Saber riguroso. Conocimiento universal que es verdad porque no puede ser de otra manera.

ne un mayor conocimiento sobre algo, ha dado lugar a algunas afirmaciones poco comedidas.

“Aquí no entra nadie que no sepa geometría”

[PLATÓN (-427 a -347)].

“Tras una seria reflexión, comprendí, poco a poco, que todas las materias se reflejan en las matemáticas, las cuales se ocupan del orden de las medidas, ya se trate de números, figuras, estrellas y sonidos, o de cualquier otro objeto mensurable. En consecuencia, comprendí que debe haber alguna ciencia general que permita explicar aquello que suscita problemas de ordenamiento y medición. No otra cosa son las matemáticas. Esta ciencia debe contener los principios de la razón humana, y su competencia se debe aplicar al establecimiento de la verdad en cada materia.”

[RENÉ DESCARTES (1596 a 1650)].

“Las matemáticas son la puerta y la llave de las ciencias. Quien no sepa matemáticas no puede conocer ninguna ciencia y, más aún, no puede descubrir su propia ignorancia ni encontrar el remedio apropiado para ella.”

[ROGER BACON (1220 a 1292)].

Aun sabiendo que el enfoque cuantitativo es una buena vía en las Escuelas de Ingeniería para abordar muchos problemas de *Organización de la Producción*, pensamos que no hay que perder de vista las características propias de éstos, pues poseen intrínsecamente tanto componentes tecnológicos como humanos.

Estamos de acuerdo en que los aspectos tecnológicos de cualquier disciplina, entre ellas la que nos ocupa, deben ser abordados por el ámbito de los conocimientos Técnicos y el de las Ciencias Experimentales. Pero, es un hecho que la Producción y su Organización han requerido, desde las primeras civilizaciones hasta el presente, la participación de los seres humanos a través del trabajo, por lo que sería contraproducente prescindir

de los conocimientos teóricos y prácticos proporcionados por las Ciencias Sociales y Jurídicas.

“En todas las actividades es saludable, de vez en cuando, poner un signo de interrogación sobre aquellas cosas que por mucho tiempo se han dado como seguras.”

[BERTRAND ARTHUR WILLIAM RUSSELL (1872-1970)]

10.3 La enseñanza de la materia Organización de la Producción

Como hemos visto, en sentido amplio, podemos decir que la *Producción* es un proceso equivalente a transformar unas *entradas* en unas *salidas*. Esta concepción del fenómeno permite entroncar de manera directa con las ideas de la *Teoría de Sistemas*. Por ello, tiene sentido hablar de *Sistema Productivo*, concepto que interpretamos por: *Conjunto de medios (económicos, humanos, técnicos, etc.) organizado para producir*.

Todas las partes de la empresa concurren a la realización del proceso productivo, pero la *Organización de la Producción* no se refiere, desde luego, a todas ellas.

Uno de los recursos necesarios para llevar a cabo este proceso es el dinero, pero la determinación de las necesidades de recursos financieros, sus fuentes, su obtención y su gestión y control son objeto de la **FUNCIÓN FINANCIERA**.

Por otra parte, sin la venta, en su acepción más amplia, no habría producción. Obsérvese que el proceso productivo convierte un conjunto de recursos en otro más útil, y que las cosas son útiles, o no, en relación a unos usuarios determinados; por consiguiente, la publicidad, por ejemplo, a través de la cual un producto se hace a veces más útil para un sector de consumido-

res, sería una actividad más del proceso productivo. Pero lo que se refiere a la venta es objeto de la **FUNCIÓN COMERCIAL** y ésta se distingue claramente de la **FUNCIÓN PRODUCCIÓN**.

Consideraciones análogas podrían hacerse en relación a la **GESTIÓN DE PERSONAL**. Éste es un tema que requiere estudiar con profundidad aspectos psicológicos, jurídicos y sociológicos y, por ello, la preocupación de dar un tratamiento adecuado a la gestión del personal se refleja en programas de algunos grados, como Psicología⁴²², o los programas de algunas diplomaturas, como Legislación y Relaciones Laborales⁴²³, que incluyen incluso itinerarios formativos como: Psicología del Trabajo y de las Organizaciones⁴²⁴, entre otros.

Obviamente, a la hora de impartir enseñanzas, las funciones de *producción, finanzas, comercial* y de *gestión de personal* se imponen mutuamente sus límites. No obstante, a la hora de afrontar la realidad, aunque las relaciones entre dichas funciones puedan ser complejas, nos encontramos con problemas que requieren el concurso de todas ellas en el marco de la *Organización de la Producción*. Por tanto, es obvio que, aunque exista una función denominada **DIRECCIÓN GENERAL** de la empresa, ésta no puede ser la simple yuxtaposición de la dirección de cada una de las funciones parciales.

Cualquier definición moderna de la producción, como las reproducidas más arriba, incluye, implícita o explícitamente, la producción de servicios. Ello es lógico y correcto; de otro modo

422. Ver por ejemplo: http://www.ub.edu/web/ub/es/estudis/oferta_formativa/graus/fitxa/P/G1048/pladestudis/index.html

423. Ver, por ejemplo: <http://postgrado.upc.edu.pe/programas/diplomados-especializados/derecho/diplomado-en-legislacion-y-regulacion-laboral/programa-0>

424. Ver por ejemplo: <http://www.uab.es/servlet/ContentServer/estudiar/listado-de-grados/informacion-general/psicologia-grado-eees-1216708258897.html?param1=1264404718805>

se llegaría al absurdo de considerar como no productivas las actividades que desarrolla en su jornada laboral la mayor parte de la población activa de los países desarrollados. Pero obsérvese que no es trivial: durante mucho tiempo las actividades terciarias han sido consideradas como improductivas, lo que ha tenido consecuencias muy negativas sobre la gestión de los servicios.

La obligada y deseable consideración de los servicios como productos plantea, en primer lugar, una cuestión terminológica que los diccionarios, por ahora, no resuelven completamente. Si el *producto* es el resultado de producir, parece que este término debe designar tanto a los *servicios* como a los *productos de manufactura*, que tienen consistencia física, que son tangibles. Esto es precisamente lo que sucede, cada vez con mayor intensidad, en el lenguaje corriente del mundo empresarial; de tal forma que se habla de los diversos productos que ofrece una entidad bancaria o una compañía de seguros o una agencia de viajes. Para designar más brevemente los productos tangibles, es útil emplear el vocablo *bienes*. Así pues, en definitiva, los *productos* comprenden los *bienes* y los *servicios*.

Centrando la discusión en la *producción de bienes*, se requiere, sin embargo, alguna precisión sobre los límites del sistema productivo, sobre dónde y cuándo se considera que entran las “*entradas*” y que salen las “*salidas*”.

Tradicionalmente, por así decirlo, se ha considerado que estos límites eran las puertas de los almacenes de materias primas y de los productos acabados, pero actualmente la tendencia es la de adoptar un punto de vista más amplio: el que se puede denominar punto de vista *logístico*. De esta forma, se puede ensanchar el ámbito de lo que se considera sistema productivo, para que comprenda desde el origen mismo de los recursos: los

proveedores o incluso las fuentes de materias primas, hasta el destino de los productos: los clientes.

Esta tendencia se refleja, cada vez más, a través del concepto de *sistema productivo en sentido amplio*, y, por tanto se ha de tener en cuenta en la medida de lo posible en la estructura organizativa de las empresas; puesto que no pensamos que se trate de una moda, de un hecho pasajero, sino que es, posiblemente, una consecuencia lógica de la propia evolución de los sistemas productivos y de la gestión de los mismos.

En efecto, cada vez son más estrechas, y aparecen con mayor claridad, las relaciones entre las diversas fases del flujo que parte de las fuentes de materias primas y termina en los clientes. El proveedor ha dejado de ser ya, en muchos casos, una especie de caja negra al que se le formula un pedido y nos manda unos componentes; el proveedor es considerado, cada vez más y a buen criterio, como un elemento del propio proceso productivo: el proveedor es un protagonista más del acto de producir un bien final.

En el sector de automoción, éste es un hecho claro: los proveedores localizados en las cercanías de las grandes factorías de montaje (parques) programan su producción en estrecha sintonía con los programas y planes que elabora la factoría en función de la demanda de los clientes finales.

La conexión entre la empresa y sus proveedores es y debe ser mucho más compleja que antaño. Basta pensar en las normas de calidad y en todos los procedimientos para su control que un fabricante acuerda con sus proveedores; o piénsese en algunos aspectos de los sistemas JIT, los cuales no podrían funcionar sin una profunda implicación en los mismos de los proveedores, sin una especie de complicidad entre empresa receptora

y proveedor emisor. Esta implicación por ambas partes, bajo la idea de pertenecer a un mismo equipo, repercute, de forma evidente, en el funcionamiento interno de ambas instituciones u organizaciones, y conduce (o pensamos que puede conducir en el futuro) a la creación de entidades u órganos con nuevas funciones que trascienden en los dos sistemas productivos, y que sirven para ayudar a gestionar (es decir: prever, organizar, conducir, coordinar y controlar) fines y medios desde un punto de vista global. En otros términos, puede concluirse que este tipo de relación *proveedor-empresa* conduce a una nueva organización.

En lo relativo a los clientes, cuando se trata de bienes, la gestión no debe concluir con el producto en el almacén: hay que hacerlos llegar al lugar adecuado en el momento oportuno. La utilidad de un bien no puede supeditarse solamente a que éste exista, a que se hayan realizado las transformaciones técnicas que conducen a su concreción material. El bien debe estar en su destino cuando se le precisa; si no, puede convertirse en inútil para aquél que está dispuesto a consumirlo; este hecho conduce ineluctablemente a cuidar con esmero los tipos de transformación temporal y local/espacial que recuerdan, sin distinción, algunos ingenieros y economistas. En definitiva, pensamos que cada vez es más importante que se intensifiquen las relaciones *empresa-cliente*⁴²⁵ y tener presente que, además de materializar el bien, es preciso distribuirlo.

425. Cuando se trata de servicios, el cliente es una, y no la menos importante, de las entradas del proceso productivo, puesto que es el objeto de la propia transformación que la producción implica, como ocurre en todos los servicios a personas: educación, sanidad, etc.. En ocasiones, el cliente ha de ser un elemento activo en el proceso, como en un estudio de mejora de la productividad que lleve a cabo un consultor en el seno de una empresa. Estas dos modalidades de actuación del cliente (como objeto o como sujeto activo) se producen, también, simultáneamente; la educación vale como ejemplo: el estudiante se transforma como consecuencia de este proceso productivo, cuyo resultado depende en una gran medida de la participación activa en el mismo del propio estudiante.

En definitiva, *la producción de bienes (como generación material) no puede desligarse rígidamente del aprovisionamiento y de la distribución.*

Sin embargo, algunos aspectos del aprovisionamiento corresponden desde luego a otras materias (las implicaciones *financieras de la compra*, por ejemplo), pero muchas decisiones básicas del aprovisionamiento son inseparables de la organización de la producción; basta pensar que las salidas o resultados básicos de la función *cálculo de necesidades de materiales* son: *órdenes de fabricación y aprovisionamiento*. También, es evidente que las *función comercial* tienen entidad propia, pero, hay que admitir que la *distribución física* se ha de considerar como una prolongación natural de las *actividades productivas*.

El doble propósito (diseñar y gestionar los sistemas productivos), desde hace ya mucho tiempo, ha sido considerado como objeto de estudio científico; en cada momento, de acuerdo con el nivel de desarrollo de la ciencia y de la técnica, de sus instrumentos y de los propios sistemas productivos.

El hecho de que a veces se hayan mezclado con las aportaciones científicas otras consideraciones, llamémoslas “intuitivas”, basadas en un saber “menos riguroso”, no ha representado un obstáculo para que los progresos en el terreno de la *Organización de la Producción* hayan sido firmes y rápidos. Paralelamente, se han producido, afectando a la *Organización de la Producción*, avances en la tecnología (factor que propicia el crecimiento, la productividad y la complejidad de los sistemas productivos) y se han desarrollado y empleado nuevos instrumentos de cálculo que han facilitado el gobierno de los sistemas productivos.

El punto de vista y las técnicas aplicadas y desarrolladas por los pioneros, como TAYLOR o GILBRETH, forman parte inse-

parable del patrimonio de la *Organización de la Producción*, pero no pueden ya confundirse, en modo alguno, con ella. Junto a las técnicas de descripción y mejora de procesos y métodos y de estudio de tiempos, la Organización cuenta en la actualidad con un amplio abanico de conceptos y de técnicas, adoptando un punto de vista mucho más globalizador y a la vez riguroso: el que corresponde a considerar como objeto de estudio un sistema formado por un conjunto complejo de elementos productivos. Aun conociendo esta evolución de conceptos y de técnicas cuantitativas, sería injusto no reconocer el legado de SMITH, BABBAGE, TAYLOR y GANTT, GILBRETH o FORD, entre otros, cuyo carácter pionero incrementa aún más su valía.

Una buena parte de las técnicas a las que hacíamos mención procede del campo de la *Investigación de Operaciones*⁴²⁶, con diversos modelos matemáticos y algoritmos relativos a las decisiones de diseño y gobierno del sistema productivo. El rigor y la cuantificación que aportan estas técnicas, así como los conceptos que, a veces, se han desarrollado junto a ellas, son indispensables para la gestión de los sistemas productivos actuales y, efectivamente, se han incorporado a lo que se podría denominar una cierta *cultura de la Organización de la Producción*. Simplificando mucho, en el enfoque de la *Organización de la Producción* que se ha ido imponiendo con el tiempo, al menos en las Escuelas de Ingeniería, convergen el taylorismo y las aportaciones de las técnicas cuantitativas.

426. En agosto de 1940 se organizó un grupo de investigadores, bajo la dirección del Premio Nobel de Física (1948) Patrick Maynard Stuart BLACKETT (1897-1974), de la Universidad de Mánchester, para estudiar el uso de un nuevo sistema antiaéreo controlado por radar. Se conoció al grupo de investigación como el “Círculo de Blackett”. El grupo estaba formado por tres fisiólogos, dos fisicomatemáticos, un astrofísico, un oficial del ejército, un topógrafo, un físico general y dos matemáticos. Entre la comunidad científica se acepta que la formación de este grupo constituye el inicio de la Investigación de Operaciones.

Obsérvese que el desarrollo de estas dos corrientes no siempre se ha producido en perfecta armonía, pensando en que ambas debían dar solución a un mismo tipo de problemas y a que los objetivos perseguidos eran coincidentes. En efecto, el denominado taylorismo, en sentido amplio, procede del mundo de la industria, de dar solución a problemas cotidianos; mientras que los grandes avances de las técnicas cuantitativas se han producido, fundamentalmente, en el seno del mundo académico, aunque iniciado en torno al *Servicio de Defensa*, pensando en la formalización de los problemas y, en lo posible, en el desarrollo de teorías satisfactorias. Por ello, la mezcla enriquecedora de ambas no ha sido fácil y ni siquiera se puede decir que se haya conseguido plenamente.

Es evidente que en ambas esferas ha habido una tendencia a despreciar, por desgracia, lo que se ignoraba. Así, por una parte, ha habido y hay industrias que han seguido aplicando técnicas tradicionales o aplicando, simplemente, el sentido común y la intuición a problemas (alguno de ellos nada intuitivo) que se podían resolver mucho mejor con técnicas que muchas universidades enseñan desde hace décadas y que están publicadas en libros al alcance de todo el mundo. Y hasta hace muy pocos años, muchas de estas técnicas parecían descubrirse como si se tratara de novedades.

Pero, tampoco hay que olvidar que los académicos hemos dedicado muchos esfuerzos a resolver problemas inexistentes en la realidad o a desarrollar modelos para los que no es posible obtener datos. En ocasiones, todo hay que decirlo, se ha intentado abordar problemas sin ningún conocimiento concreto de lo que, en principio al menos, debía constituir el objeto de nuestra actividad, es decir, el sistema productivo; de esta forma se han desarrollado muchos instrumentos poco útiles y,

por consiguiente, poco o nada utilizados⁴²⁷. Desde el punto de vista academicista, este hecho se ha atribuido, principalmente, a la incompetencia de los gestores de la producción y no a las insuficiencias de los propios instrumentos para gestionarla. Además, ha habido una tendencia a considerar como obsoletas las técnicas tradicionales, lo que no siempre es cierto.

El hecho es que las innovaciones de más impacto en el campo de la gestión de la producción no tienen su origen en la universidad, sino en la propia industria. Y, a veces, no se trata estrictamente de innovaciones, sino de la recuperación de técnicas tradicionales, consideradas en desuso o a las que, simplemente, no se había prestado la atención que merecían.

Por ello, los libros de texto se enriquecen con las aportaciones, prácticas y teóricas, de la industria, de los consultores y incluso de los productores de paquetes de programas informáticos de gestión de la producción. Una reflexión sobre hasta qué punto todo ello influye y supone un proceso que realimenta a la docencia universitaria, sería sin duda muy interesante, pero, por la extensión y el rigor que merece este tema, pensamos que queda fuera del alcance de este texto⁴²⁸.

427. Esta desconexión entre la ciencia (y, en particular, las técnicas en las que se apoya) y la utilidad o aplicabilidad del conocimiento, no es exclusivo, claro está, de la materia *Organización de la Producción*, ni tampoco es un hecho propio de nuestros días; a finales del siglo XVIII, un poeta alemán escribió:

“La ciencia se retrasó gravemente por estudiar lo que no vale la pena saber y lo que no es posible conocer”.
[J.W. GOETHE (1749-1832)]

428. Nuestra opinión es que la adquisición de conocimientos estrechamente ligados a los problemas de las industrias por parte de los profesores universitarios a través, por ejemplo, de los convenios de colaboración Universidad-Empresa puede resultar muy enriquecedora de cara a la docencia, siempre, claro está, que a ésta se dedique el tiempo que requiere, sin reducir horas destinadas a la preparación de clases en beneficio de la dedicación a resolver problemas industriales concretos incentivados o no.

El enfrentamiento con problemas reales, la resolución de los mismos y la reflexión posterior para sintetizar en ejemplos lo aprendido, servirá para amenizar y concretar ciertas explicaciones que son difícilmente entendibles si éstas se desarrollan en un plano puramente abstracto.

La Universidad Politécnica de Cataluña ha realizado varios estudios para ver si existe una relación

A efectos prácticos, la *Organización de la Producción* como disciplina universitaria se ha encargado de enseñar y dejar por escrito ideas, métodos, procedimientos, técnicas y herramientas orientados a la gestión (diseño, dirección y control) de las actividades de producción económica incluidas en la “Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas”⁴²⁹ (CIIU Rev.4: ISIC Rev.4). La magnitud y diversidad de estos conocimientos ha conducido a que la universidad fragmente y distribuya *la enseñanza de nuestra disciplina* a través de asignaturas (grupos de ellas) incluyéndolas en planes de estudio de grado, titulaciones y másteres universitarios. He aquí algunos ejemplos:

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

- 240041 *Economía y Empresa*
- 240044 *Proyecto I*
- 240055 *Técnicas Estadísticas para la Calidad*
- 240062 *Organización y Gestión*
- 240064 *Proyecto II*
- 240162 *Optimización y Simulación*
- 240071 *Gestión de Proyectos*
- 240073 *Sistemas de Fabricación*

Grado en Ingeniería Química

- 240041 *Economía y Empresa*
- 240062 *Organización y Gestión*

entre la calidad de la docencia impartida por los profesores (medida, en parte, a través de las encuestas a los alumnos) y la investigación desarrollada por los mismos (medida a través de publicaciones y la participación en convenios); este estudio demuestra la preocupación por el tema, aunque, debemos admitir que los resultados obtenidos no han sido siempre igual de concluyentes.

429. Naciones Unidas: Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística (2009) Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas (CIIU). Informes estadísticos Serie M, No. 4/Rev. (unstats.un.org/unsd/cr/registry/isic-4.asp)

- *240071 Gestión de Proyectos*
- *240073 Sistemas de Fabricación*

Grado en Ingeniería de Materiales

- *240041 Economía y Empresa*
- *240055 Técnicas Estadísticas para la Calidad*
- *240062 Organización y Gestión*
- *240071 Gestión de Proyectos*
- *240073 Sistemas de Fabricación*

Optativas de Grado en Ingenierías

- *240501 Diseño Asistido por Ordenador*
- *240506 Emprendeduría*
- *240502 Preparación Humana para el Ámbito Laboral*
- *240615 Análisis de Datos para la Industria y los Servicios*
- *240650 Decisión y Negociación en la Ingeniería Industrial*
- *240633 Herramientas para la Planificación y Gestión de Proyectos*
- *240652 Ingeniería del Producto*
- *240621 Logística, Control de Flotas y SIG*
- *240632 Sistemas de Gestión*

Máster Universitario en Logística, Transporte y Movilidad

- *Análisis y Simulación de Sistemas de Transporte y Logísticos*
- *Métodos de Captación, Análisis e Interpretación de Datos*
- *Operaciones y Demanda en Sistemas de Transporte Logísticos*
- *Economía y Legislación en Transporte y Logística*
- *Introducción a la Cadena de Aprovisionamiento (SCM)*
- *Infraestructuras y Servicios del Transporte*

Optativas Máster Universitario en Logística, Transporte y Movilidad

- *Administración y Dirección de Empresas*
- *Almacenaje y Manutención*
- *Calidad de los Servicios Logísticos*
- *Diseño de la Cadena de Aprovisionamiento*
- *Introducción a la Investigación en Logística*
- *Recursos Humanos*
- *Técnicas de Optimización en Logística*
- *Dirección de Operaciones en la Cadena de Aprovisionamiento*
- *Embalaje*
- *Gestión de Riesgos y Ergonomía en la Logística*
- *La Logística por Sectores: Casos*
- *Planificación y Programación de Actividades Logísticas*
- *Secuenciación de Actividades Logísticas*
- *Sistemas de Información y TIC en Logística*
- *Accesibilidad y Cohesión de Redes de Movilidad*
- *Gestión del Tránsito Urbano*
- *Microsimulación en Sistemas Urbanos*
- *Movilidad Sostenible, Externalidades y Ecomovilidad*
- *Transporte Colectivo Urbano*
- *Economía Urbana*
- *Gestión del Sistema de Transporte*
- *Logística Urbana*
- *Seguridad de la Movilidad (Safety and Security)*
- *Sistemas de Transporte Inteligente*
- *Accesos Multimodales y Layout de Terminales de Transporte*
- *Ingeniería Ferroviaria*

- *Intermodalidad de Redes y Sistemas de Transporte*
- *Modelización Avanzada de la Demanda de Transporte*
- *Modelos de Optimización para Problemas de Transporte*
- *Análisis de Flujo de Tránsito*
- *Diseño de Rutas de Vehículos*
- *Financiación de Infraestructuras de Transporte*
- *Toma de Decisiones y Evaluación de Inversiones en Transporte*

En cualquier caso, si alguna enseñanza se puede sacar de toda esta exposición es la de que la labor académica en lo relativo a la *Organización de la Producción* ha de tener muy en cuenta lo que está sucediendo en cada momento en el mundo de la industria y en el de la consultoría. Con estos círculos, al menos, la universidad debe mantener relaciones de intercambio, y sería deseable y conveniente que todos ellos llegaran a conclusiones simétricas a la expuesta; pero, lógicamente, lo que nos incumbe es nuestra propia actitud, más que la de los otros

Tal vez, estas consideraciones puedan parecer poco relacionadas con las tareas docentes, mas no pensamos que sea así, a través de las enseñanzas de *Organización de la Producción*, el alumno ha de aprender que existen unos problemas catalogados y que se han desarrollado unas técnicas para resolverlos, pero ha de conocer también qué es la producción y cómo es visto este fenómeno en el complejo mundo industrial. Las formalizaciones, los modelos y los algoritmos (que, por supuesto, juegan un importante papel en tanto que son técnicas y en tanto que son instrumentos para la comprensión de una realidad compleja) no han de hacer perder de vista que es la realidad del mundo de la industria y de los servicios y, sobretodo, la realidad de las personas la que, en último término, interesa.



❖ 11 COMETARIOS FINALES

Somos conscientes de las muchas cosas que quedaron en el tintero, pero ha llegado la hora de concluir.

En nuestros días, ya no es tan evidente que la *Industria* (esa “*maña y destreza o artificio para hacer una cosa*”) y la Producción sean temas de preocupación sólo en los países emergentes: Occidente no parece estar dispuesto a perderse la diversión de seguir en la cresta de nuevas Ondas de Innovación Tecnológica, eso sí: con mejores condiciones laborales; con nuevos productos – bienes y servicios -; con nuevos procesos; con nuevos artefactos e inventos dedicados en parte a la fabricación; con más respeto al medio ambiente; con un sistema de transporte y movilidad más racional y menos agresivo; con una sensata generación de energía entre diversos vectores, la cual esté en consonancia con necesidades y posibilidades de cada territorio; y, por supuesto, con un sistema financiero que restrinjan las operaciones de alto riesgo poco o nada beneficiosas para el conjunto de seres humanos.



CURRÍCULUM VITAE

Joaquín Bautista Valhondo

Ingeniero Industrial, especialidad Técnicas Energéticas. Investigador del Gobierno de Francia en la *Division d'Exploitation des Reacteurs Prototypes et Experimentaux del Centre d'Études Nucléaires de Grenoble* (CENG-CEA). Doctor Ingeniero Industrial por la UPC con Premio Extraordinario de Doctorado en Ingeniería Industrial.

Catedrático de Universidad (Organización de Empresas) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (UPC) y de la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (UPC). Investigador Afiliado en el European Centre for Soft Computing.

Coordinación y docencia de asignaturas en titulaciones superiores, de segundo ciclo y en másteres universitarios: Ingeniería Industrial, Ingeniería de Organización Industrial, Ingeniería Química, Máster Universitario en Ingeniería de Automoción, Máster Universitario en Automática y Robótica, Máster Universitario en Ingeniería Química, Máster Universitario en Ingeniería de Organización.

Publicación de artículos en revistas de impacto: Annals of Operations Research, Computers & Operations Research, Engineering Applications of Artificial Intelligence, European Journal of Operational Research, Expert Systems with Applications, Information Sciences, International Journal of Production Economics, Journal of Heuristics, Journal of Scheduling, Journal of the Operational Research Society, Omega-International Journal of Management Science, entre otras.

Publicación de 218 trabajos presentados en congresos nacionales e internacionales, 78 documentos científico-técnicos, 20 libros y 20 capítulos de libro. Dirección de 5 tesis doctorales y 80 proyectos final de carrera en la titulación superior Ingeniería Industrial y la de segundo ciclo Ingeniería de Organización Industrial.

Participación en 9 proyectos en convocatorias competitivas de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICT) del MINECO del Gobierno de España, siendo Investigador Principal en 4 de ellos.

Participación en 24 convenios de colaboración científica universidad-empresa, siendo Investigador Principal en 13 de ellos.

Director Académico de la Cátedra Nissan Motor Ibérica de la UPC.

Miembro de comités asesores en comisiones y agencias de calidad universitaria:

- Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI)
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA)
- Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP)
- Consejo Asesor de Investigación y Desarrollo (CONAI+D)
- Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU Catalunya)
- Agencia de Calidad y Prospectiva Universitaria de Aragón (ACPUA)
- Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCyL)

- Axencia para a Calidade do Sistema Universitario de Galicia (ACSUG)
- Comisión de Evaluación de la Actividad Investigadora del PDI URJC (CEAI URJC)

JBV BCN 2014-05-26

CURRÍCULUM VITAE

Francisco Javier Llovera Sáez

Aparejador. Sociólogo. Licenciado y Doctor en Derecho por la U.B.

Catedrático de Universidad de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (UPC) y de la Escuela Politécnica Superior de la Edificación de Barcelona (UPC)

Impartición docente de asignaturas de Organización Industrial e Ingeniería de Edificación.

Autor de seis publicaciones docentes y once artículos en los ámbitos expresados.

Miembro del grupo de investigación “Organización de la Producción y de Empresas”, de la UPC, reconocido por la Generalitat de Catalunya en fecha 7 de mayo del 2014.

Investigador en diversos proyectos competitivos financiados por el Gobierno de España y de la UE.

Director de 18 Tesis Doctorales valoradas con la máxima calificación, entre los años 1982 a 2013.

Director del Programa de Doctorado del Departamento de Organización de Empresas de la UPC (entre los años 1995 al 2009)

Autor de la publicación científica Metodología y Técnicas de Investigación.

Director de la Escuela Politécnica Superior de la Edificación de Barcelona (años 1986 a 1994 y 2002 a 2008)

Director del Departamento de Organización de Empresas de la UPC (1994 a 2000)

Director de nueve Programas Máster de la UPC con impartición en distintas Comunidades Autónomas, así como en Chile Perú y México (desde el año 1986 hasta la fecha)

Estancias como profesor invitado en trece Universidades Europeas y Americanas.

Colaborador en los periódicos El País y el Periódico de Cataluña.

Abogado del Gabinete “1961 Abogados y Economistas”

Distinciones: Medalla de oro de la Escuela Universitaria Politécnica de Barcelona (1994); Medalla de oro de la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (2009); Nombramiento como Catedrático Emérito de Universidad (2009); Cruz Europea de oro de la Agrupación de Fomento Europeo (2011); Medalla President Maçia de la Generalitat de Catalunya (2012)

Discurso de contestación

Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús

*Excmo. Sr. Presidente
Excmos. Sres. Académicos
Excmas. E Iltmas. Autoridades
Sras. Y Sres.*

I.- EXORDIO:

Con un cierto e inevitable respeto escénico, pero con renovados bríos e ilusiones, inicio este parlamento académico, del que pretendo justa solemnidad, cuyo objeto, en poco menos de 3.500 palabras, es el de contestar no a uno, sino a dos espléndidos discursos de ingreso en nuestra Real Corporación, si bien que compendiados en único formato, como son los pronunciados por los Profesores Doctores D. Francisco Javier Llovera Sáez y D. Joaquín Bautista Valhondo.

En trances de gran responsabilidad, como el que ahora nos ocupa, puedo asegurar que se ansía de forma rotunda y veemente la compañía, aunque solo fuera en un pálido reflejo de la misma, de aquella elocuencia que adornaba los discursos de los oradores clásicos, Demóstenes o Cicerón, pongo por caso, para dar el realce y brillantez que este acto se merece y solemnizar, en la más noble dimensión del término, la gozosa incorporación de nuestros esclarecidos académicos recipientarios.

La experiencia de contestar en unidad de acto a dos magníficos discursos de ingreso, primera de las de su clase en los anales de nuestra Real Institución, ha sido sin duda laboriosa, evocándose su preparación aquella frase que el militar y naturalista romano Gayo Plinio Cecilio Segundo, más conocido como Plinio “El viejo”, puso en boca de uno de sus personajes en unos párrafos del Cap. VI de su Libro XVIII. En ellos se narra la historia de un esclavo manumitido al que se le acusa de

brujería por haber obtenido importantes cosechas en su campo de labranza, cuando otros solo habían conseguido parvas y exigüas recolecciones. Ante tal acusación respondió ante los jueces el citado labrantín: “*Nec possum vobis ostendere, aut in fórum adducere lucubrationes meas, vigiliasque et sudores*”. Queriendo expresar de esta manera que la brujería no era tal, sino que el esfuerzo y los desvelos eran el éxito de tales cosechas.

En nuestro caso, la dedicación para cumplir con el encargo recibido no ha sido, a Dios gracias, tan onerosa como la del manumitido ilota, resultando además que el esfuerzo realizado se ha visto ampliamente recompensado al ser el trabajo encomendado hondamente gratificante en su diseño, así como intelectualmente estimulante tanto en su aspecto subjetivo como en el material.

En lo subjetivo por cuanto se hacía preciso entrelazar hebras de distinto calibre, como son los profusos y prolijos *currícula* de nuestros ingresantes, bien distintos en su devenir académico, pero que a los fines pretendidos en esta contestación, necesariamente debía hacérseles confluir en sus trayectorias para que dieran como resultado un tejido de personalidades equilibrado y armónico. En lo material porque las características y contenidos de las especialidades de las que son egregios representantes nuestros ínclitos recipiendarios, trasladados a una obra compartida, exigían una dedicación, cuando menos curiosa, que permitiera, si acaso el esbozo, de puntos tangenciales o de conexión que dieran como resultado un tratamiento ponderado y ecuánime entre los mismos.

Es por esa oportunidad de recreo intelectual y por tratarse de una nueva ocasión que se me brinda de contribuir al itinerante desarrollo de esta Real Academia, bien sea de forma modesta,

que mi agradecimiento al órgano colegiado de la misma, que de nuevo me ha honrado al encargarme este especial discurso de contestación, debe necesariamente superar en efusividad al que protocolariamente es exigible en condiciones de acostumbrada habitualidad. Así pues, Excmo. Sr. Presidente, con la venia tácita de todos los componentes del citado órgano de gobierno, permítame que como “*primus inter pares*” del mismo sea en Vuecencia en quien personalice y a quien manifieste mis más sinceras gratitudes y mercedes, que hago extensivas a todos los miembros de aquél, por trasladarme espiritualmente una vez más a la *iucundam iuventutem*, que es el estado ideal por su connatural osadía, para sentirse capaz, desde la pequeñez de uno mismo, de acometer tareas como la presente, con toda seguridad, dignas de mejor pluma.

No obstante lo anterior, asumo responsablemente el grato riesgo del encargo confiado tratando en primer lugar sobre la,

II.- LAUDATIO DE LOS MÉRITOS ACADÉMICOS Y PROFESIONALES DE LOS RECIPIENDARIOS.

Tomando como único criterio de prevalencia expositiva la fecha de obtención del doctorado, señalaré en primer lugar, en este apartado apologético, que el *currículum vitae* del Dr. Llovera Sáez es de aquellos que permiten sostener la inevitable interacción propedéutica que existe entre la ciencia en su conjunto y su conocimiento de forma particular y especializada, al modo y manera que los juristas nos referimos habitualmente, en nuestro particular proceder terminológico, a la unicidad del ordenamiento jurídico a pesar de que el mismo esté compartmentado, por exigencias pedagógicas y administrativas entre otras, en diferentes disciplinas o especialidades.

En efecto, Aparejador en 1965, Sociólogo en 1975, Licenciado en Derecho en 1978 y Doctor en esa misma rama del saber en 1985, el profesor Llovera ha desarrollado, desde ese conocimiento pluridisciplinar, una apasionante carrera académica que le ha llevado a ejercer la docencia desde aquella categoría de profesor no numerario, de nostálgico recuerdo, hasta su actual pertenencia al cuerpo de Catedráticos eméritos de la Universidad Politécnica de Cataluña. Reconocimiento académico, me apresuro a señalar, que solo se alcanza cuando la carrera profesional ha sido una constante de éxitos y aciertos académicos contrastados por las más altas instituciones universitarias.

En esa prolongada vida académica el Prof. Llovera no solo ha impartido docencia y dirigido tesis doctorales, no menos de 15, como Catedrático de Escuela Universitaria en Organización de Empresas y como Catedrático de Universidad en Organización Industrial, sino que ha contribuido en gran medida al desarrollo y prestigio de dicha Universidad Politécnica desde el ejercicio de importantes cargos académicos como son, entre otros, el de director de la Escuela Universitaria Politécnica entre 1986 y 1994, el de Director del Departamento de Organización de Empresas de la UPC entre 1994 y 2000, o el de Director de la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona, que abarca los estudios tanto de Arquitectura como de Ingeniería Técnicas, entre los años 2002 y 2008.

Esa reputada valía académica del Dr. Llovera se ha visto reflejada en su obra investigadora que puede contemplarse desde una doble vertiente. Por una parte en la publicación de más de veinticinco artículos de su especialidad en prestigiosas revistas técnicas, tanto nacionales como extranjeras, alcanzando siempre una gran notoriedad, en el ámbito de su actividad científica. Por otra, en su participación directa en proyectos de Investigación y Desarrollo, financiados en convocatorias públicas por

diferentes Administraciones nacionales y supranacionales como el Departament de Treball de la Generalitat de Catalunya (hoy d'Empresa i Ocupació), el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Gobierno del Principado de Andorra o la Unión Europea.

Item más, el Dr. Llovera anota en el haber de su proyecto profesional, la participación en numerosos contratos de I+D con diferentes empresas privadas y Administraciones públicas que ponen de relieve y confirman, una vez más, la importancia de la imprescindible transferencia tecnológica que debe existir entre el mundo de la universidad y el tejido industrial empresarial, como elemento motriz de la generación de riqueza.

También el Profesor Dr. D. Joaquín Bautista Valhondo, ha contribuido decididamente al impulso de esa necesaria transferencia de tecnología.

En efecto, el Dr. Bautista Valhondo se licenció como Ingeniero Industrial en Técnicas Energéticas por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Barcelona en 1983. Su vocación investigadora y académica le trasladó inmediatamente a Francia donde amplió estudios en la Division d'Exploitation des Réacteurs Prototypes et Expérimentaux du Centre d' Études Nucléaires de Grenoble. En 1993, se doctoró con premio extraordinario en ingeniería Industrial por la Universidad Politécnica de Cataluña y fruto de su prestigio, dedicación universitaria y esfuerzo opositor, alcanzó la categoría de Catedrático en la especialidad de Organización de Empresas de dicha Universidad, en el año 2002.

Infatigable investigador sobre la realidad y sobre las posibilidades futuras de la organización industrial de las empresas, el Dr. Bautista ha participado como responsable principal en diferentes proyectos Económicos (BEC) y de Diseño y Producción Industrial (DPI) financiados por el Gobierno de España.

A destacar justamente en materia de transferencia de tecnología su dedicación como Director Académico a la Cátedra NISSAN-UPC en la que se investiga, entre otras cuestiones, sobre los modelos de decisión en la organización industrial de las empresas, sobre el propio fenómeno de las Cátedras de empresa como catalizadores de transferencia o se abordan no pocas problemáticas relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad. Cuestiones todas ellas de palpitante actualidad y de complejas soluciones técnicas, amén de las relacionadas invariablemente con la economía, en los que la visión y el rigor del investigador resultan imprescindibles.

Sin embargo hay otro aspecto en el *currículum vitae* del Dr. Bautista que es común al del Dr. Llovera y que llega el momento de ser destacado y que conforma, con lo expuesto hasta ahora sobre ambos, lo que en matemática moderna se denominó el conjunto intersección. Esto es: su marcado perfil internacional.

En efecto, el Dr. Llovera ha impartido docencia como profesor invitado, entre otras, en las universidades de Lisboa, Praga, Roma, Lovaina, Puebla en México, Montevideo, Santiago de Chile y Lima; mientras que el Prof. Bautista tiene una abundantísima obra bibliográfica publicada, en diferentes revistas internacionales de la importancia de “Annals of Operations Research”, “Computers & Operations Research”, “Engineering Applications of Artificial Intelligence”, “European Journal of Operational Research”, “Journal of Heuristics”, o el “Journal of the Operational Research Society”.

En definitiva, como queda dicho, dos preclaros intelectuales unidos en sus respectivas personalidades científicas por su vocación docente universitaria, por poner su ingenio al servicio de la organización industrial en la empresa y por su indiscutible proyección internacional.

III.- UN DISCURSO AL COMPÁS DE DOS POR CUATRO

Debo reconocer que cuando llegó a mis manos el discurso de ingreso preparado por nuestros recipientarios, experimenté todo un sinfín de sensaciones que me situaron en un estado que bien podríamos denominar de “aporía del sentimiento” o de “oxímoron emocional”.

Después de la exposición oral efectuada, aquí y ahora, por los Dres. Llovera y Bautista o Bautista y Llovera, que tanto monta, sus señorías pueden entender perfectamente el porqué de mi agitación sentimental inicial. La situación creada, ante la simple lectura del índice, era a la vez de ilusión y de agobio, de curiosidad y de temor reverencial ante la densidad del texto, de reto competitivo y, en virtud de este último, de intranquilidad sobre la superación del mismo. No obstante, a poco de iniciar su relajada lectura, todas esas sensaciones contradictorias se trocaron en un mantenido y creciente interés, exento de tensión, que me transportaba a una fase de recreo intelectual absorbente sobre una historia brillantemente contada, que bien podría decirse que sigue el compás de dos por cuatro.

Diez son los epígrafes del índice que de forma sabiamente amalgamada, ingenio, economía y derecho son sus principales componentes, con el aderezo de la historia como común denominador, explican el devenir del objeto de la alocución que sobre la organización de la producción acabamos de escuchar en su versión abreviada.

Tras una escueta introducción que se corresponde con el primer epígrafe justificativo de lo que sigue a continuación, los recipientarios nos ubican, en el segundo apartado de su discurso, en el concepto y método de la producción de la mano de los clásicos

como Séneca y Platón, de gigantes de la industria como Henry Ford o de los académicos, estos ya mucho más próximos a nosotros, como Buffa, Barre, Samuelson, Napoleoni o Fernández Pirla.

Incluyen en este mismo apartado un análisis sobre la adjetivación de la producción añadiéndole el vocablo industrial para señalar, de forma inmediata, que la citada adición lejos de limitar su contenido conceptual, como razonablemente podría pensarse, lo amplía al campo de los servicios, vinculándolo sin solución de continuidad al conjunto de normas que de manera imprescindible deben afectar a las personas participantes en todos los procesos relacionados con la producción. Ello sirve de base para enumerar de forma exhaustiva, minuciosa y con los oportunos comentarios, el recorrido normativo seguido en España en el marco de las Relaciones Industriales y consecuentemente del Derecho del Trabajo. Y como colofón de este apartado, la manifestación de una necesaria vivencia radical en favor del desarrollo de la Organización de la Producción, al modo y manera en que lo hicieron, entre otros, Leonardo, Descartes, Taylor, Ford o Blackett, basado en el análisis de la realidad del mundo industrial cuyos avances en la actualidad, estarán imprescindiblemente ligados al éxito de la interacción triangular entre Empresa, Organización y Universidad.

Los apartados tercero, cuarto y quinto del discurso le aportan interés, originalidad y especialmente curiosidad, a través de la referencia a un copioso número de notas históricas de orden económico, social y jurídico que transitan desde el año 3500 a.C, con la cultura del valle del Indo denominada cultura de Harappa, hasta el año 146 a.C en que la exuberante, ubérrima, profusa y trascendente cultura helénica y sus ciudades-estado tales como Atenas, Esparta y Corinto, otrora rutilantes, inician su declive para ceder el testigo a Roma, que desde ese momento se convertirá en la nueva dueña del Mediterráneo.

En el análisis de este amplio abanico de más de 3000 años de historia, las citas de notabilísimos personajes y afamados lugares históricos se suceden a velocidad de vértigo. No hay un párrafo anodino. Ni el mínimo atisbo de trivialidad. Todo es importante. El estudio económico y sobre la producción en los diferentes sectores y sus sistemas de organización, así como sus diversas predominancias según el momento histórico que se acote, es descrito con detalle, y de forma evolutiva nos va guiando por una senda por la que se avanza paso a paso en el pretendido objeto del discurso.

El apartado sexto se dedica a la admirada Roma cuya importancia es decisiva en la historia de la humanidad, siendo ello un hecho contrastado, a decir de los ponentes. Opinión a la que se suma con total anuencia la de este humilde vocero.

Como no podía ser de otra forma, especialmente en este epígrafe, aparece la mano del jurista con un relato de altura sobre el derecho romano en sus diferentes ramas civil y penal, desgajando de la primera un derecho prestacional por obra o servicio muy limitado y centrado en instituciones como la “*locatio conductio operis*” o la “*locatio conductio operarum*”, que bien podrían ser un antecedente de lo que llegadas las postrimerías del siglo XIX y principios del XX denominaremos contrato de trabajo, en el marco de una nueva rama jurídica que hoy conocemos como Derecho del Trabajo. Esas relaciones laborales limitadas, la esclavitud y otras formas de sumisión de las personas, son en este período, así como en los anteriores, la espina dorsal de la organización productiva, que sufre modificaciones importantes llegada la expansión política y comercial de Roma y el advenimiento de la República.

Los jurisconsultos romanos más prestigiosos, Gayo, Ulpiano y Papiniano y maestros como Séneca, así como las referencias y

repercusiones de las leyes más significativas de la época, brillan con luz propia en el texto del discurso elaborado por los profesores Bautista y Llovera, evocando una época imperial irrepetible que se desplegó imparablemente por todo el orbe, extendiendo su arte, su derecho y su organización social y económica allí donde pudo establecerse. Su huella imborrable sirvió para asentar y edificar una cultura que ha pervivido hasta nuestros días.

No obstante, del mismo modo que el declive helénico abrió las puertas a la civilización romana, el desmoronamiento del Imperio de Occidente nos situó en el linde de una nueva era conocida como Edad Media, de larguísima duración y no siempre bien tratada por los historiadores, pero que sin embargo, desde el prisma del estudio de la organización de la producción tiene un gran interés, pues es en ella donde nacen y se desarrollan los burgueses gremios cuyos privilegios en cuanto a la organización del trabajo y la incidencia de su organización en la sociedad tuvieron vigencia en España hasta bien entrado el siglo XIX.

Finalizado el anterior periodo con la caída del Imperio Romano de Oriente en 1453 y la toma de Constantinopla por los turcos, se inicia la denominada Edad Moderna, que ha sido analizada por nuestros profesores recipientarios en el apartado séptimo de su discurso de ingreso.

En este período temporal, que finaliza con la Revolución Francesa en 1789, suenan como aldabonazos históricos movimientos como el Humanismo que se convertirá en el núcleo del ideario de una nueva orientación cultural conocida como Renacimiento, que como guía de su pensamiento y fruto de una nueva conciencia de curiosidad universal, retoma el legado ideológico y cultural que se generó en la Atenas

de Pericles y que mediante la enseñanza de las humanidades, propugna el cultivo de las facultades del hombre para acercarle a un arquetipo que creía realizado en la antigüedad grecolatina.

Siglos sin duda de florecimiento y desarrollo vinculados en parte a los descubrimientos de nuevos territorios y a los inventos, pero también y en buena medida, a una gran intuición de sus prohombres para hacer avanzar tanto la agricultura como la industria, las artes, las finanzas y el comercio, pues además de alumbrar nuevas ideas tanto en lo político, en lo social, en lo religioso, en lo económico o en las ciencias en general, promovieron una primera Revolución Tecnológica en el marco agrícola-financiero, que junto al despertar de otros sectores de la producción, se pondrá a la cabeza y pasará a liderar la economía de Occidente.

En este sentido y para dar fe de tal aseveración ahí está la Ilustración con su “*sapere aude*” que procedente de la “*Epistolorum liber primus*” de Horacio es recuperada por Kant para afirmarse en su racionalismo, el Enciclopedismo, las Reformas Luterana y Calvinista o la creación de la primera bolsa internacional del comercio.

Nombres como los de Luca Pacioli, Leonardo da Vinci, Copérnico, Pascal, Diderot o Perronet y entre nosotros, Berruguete, Diego de Siloé, Juan de Herrera, Boscán, Fernando de Rojas, Cervantes, Juan de la Cosa, Francisco de Salinas, Martín de Azpilicueta, Domingo de Soto y un larguísimo etcétera, son lo suficientemente expresivos para colegir de sus ideas, obras y planteamientos intelectuales, una semblanza del espíritu de la época que, asombrando al mundo, finalizó su existencia en lo que a su última centuria se refiere, con el pomposo apelativo del Siglo de las Luces.

El discurso de los Profesores Llovera y Bautista da un giro copernicano al abordar sus tres últimos capítulos relativos a la Edad Contemporánea. Podría decirse que a partir de este momento la historia pasa a un segundo término y la técnica organizativa de la producción se erige en su protagonista indiscutible.

Partiendo de las Revoluciones Industriales que abarcan el periodo que va desde 1740 a 1940, el discurso nos introduce, con su especial terminología y de la mano de grandes científicos y otros observadores de la realidad productiva y económica, desde Watt hasta Friedmann, en una vertiginosa evolución tecnológica en la que expresiones tan próximas como división del trabajo, u organización científica de éste, costes de producción, dirección científica u otras de uso corriente, quedan obsoletas en sus pretéritos significados, frente a los nuevos postulados y contenidos de modelos y sistemas. Pero hay que seguir avanzando y para ello es necesario un permanente ir más allá que sea fruto de la simbiosis entre la Ciencia, es decir investigación, es decir Universidad y la observación permanente de los procesos industriales en su sentido más amplio, en su realidad fáctica, es decir empresa.

Podríamos señalar finalmente, si tuviéramos que hacer el resumen de todos los resúmenes, que el discurso escuchado es un alarde de conocimiento y porque no decirlo de sabiduría reposada, pero lo es también de sencillez pedagógica que es una virtud que debería poseer todo enseñante, al modo y manera como sin duda la poseen nuestros académicos recipientarios.

Excmo. Sr. Presidente, los últimos renglones de un discurso de contestación a otro u otros de ingreso, deben dedicarse, en mi modesta opinión, a dos cláusulas de estilo, no por ello menos sinceras y sentidas, que bien podríamos denominar de cierre. La primera consiste en felicitar a la Reial Acadèmia de

Doctors por la incorporación de tan distinguidos académicos que, junto con los veteranos de la Institución, constituyen la mayor garantía de su prestigio y proyección públicos. Y la segunda, felicitar a los académicos recipientes por su ingreso en aquella, deseándoles en nombre de todos los miembros de la Real Corporación que sigan cosechando toda clase de éxitos profesionales y académicos, dándoles la más cordial bienvenida entre nosotros con el más fraternal de los abrazos. Si Vuecencia también así lo entiende, solo resta decir: Amén.

He dicho.



PUBLICACIONES DE LA REIAL ACADEMIA DE DOCTORS

Directori 1991

Los tejidos tradicionales en las poblaciones pirenaicas (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Eduardo de Aysa Satué, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Josep A. Plana i Castellví, Doctor en Geografia i Història) 1992.

La tradición jurídica catalana (Conferència magistral de l'acadèmic de número Excm. Sr. Josep Joan Pintó i Ruiz, Doctor en Dret, en la Solemne Sessió d'Apertura de Curs 1992-1993, que fou presidida per SS.MM. el Rei Joan Carles I i la Reina Sofia) 1992.

La identidad étnica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Àngel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Pou d'Avilés, Doctor en Dret) 1993.

Els laboratoris d'assaig i el mercat interior; Importància i nova concepció (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Pere Miró i Plans, Doctor en Ciències Químiques, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Simón i Tor, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1993.

Contribución al estudio de las Bacteriemias (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Miquel Marí i Tur, Doctor en Farmàcia, i contestació per l'Excm. Sr. Manuel Subirana i Cantarell, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1993.

Realitat i futur del tractament de la hipertròfia benigna de pròstata (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia i contestació per l'Excm. Sr. Albert Casellas i Condom, Doctor en Medicina i Cirurgia i President del Col·legi de Metges de Girona) 1994.

La seguridad jurídica en nuestro tiempo. ¿Mito o realidad? (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. José Méndez Pérez, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Àngel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres) 1994.

La transició demogràfica a Catalunya i a Balears (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Tomàs Vidal i Bendito, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ferrer i Bernard, Doctor en Psicologia) 1994.

L'art d'ensenyar i d'aprendre (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Pau Umbert i Millet, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Agustín Luna Serrano, Doctor en Dret) 1995.

Sessió necrològica en record de l'Excm. Sr. Lluís Dolcet i Boxeres, Doctor en Medicina i Cirurgia i Degà-emèrit de la Reial Acadèmia de Doctors, que morí el 21 de gener de 1994. Enaltiren la seva personalitat els acadèmics de número Excms. Srs. Drs. Ricard Garcia i Vallès, Josep Ma. Simón i Tor i Albert Casellas i Condom. 1995.

La Unió Europea com a creació del geni polític d'Europa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Jordi Garcia-Petit i Pàmies, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Llort i Brull, Doctor en Ciències Econòmiques) 1995.

La explosión innovadora de los mercados financieros (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Emilio Soldevilla García, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'Excm. Sr. José Méndez Pérez, Doctor en Dret) 1995.

La cultura com a part integrant de l'Olimpisme (Discurs d'ingrés com a acadèmic d'Honor de l'Excm. Sr. Joan Antoni Samaranch i Torelló, Marquès de Samaranch, i contestació per l'Excm. Sr. Jaume Gil Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques) 1995.

Medicina i Tecnología en el context històric (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Felip Albert Cid i Rafael, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán) 1995.

Els sòlids platònics (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Pilar Bayer i Isant, Doctora en Matemàtiques, i contestació per l'Excm. Sr. Ricard Garcia i Vallès, Doctor en Dret) 1996.

La normalització en Bioquímica Clínica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Xavier Fuentes i Arderiu, Doctor en Farmàcia, i contestació per l'Excm. Sr. Tomàs Vidal i Bendito, Doctor en Geografia) 1996.

L'entropia en dos finals de segle (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques, i contestació per l'Excm. Sr. Pere Miró i Plans, Doctor en Ciències Químiques) 1996.

Vida i música (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Carles Ballús i Pascual, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Espadaler i Medina, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1996.

La diferencia entre los pueblos (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Sebastià Trías Mercant, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres) 1996.

L'aventura del pensament teològic (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teologia, i contestació per l'Excm. Sr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques) 1996.

El derecho del siglo XXI (Discurs d'ingrés com a acadèmic d'Honor de l'Excm. Sr. Dr. Rafael Caldera, President de Venezuela, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres) 1996.

L'ordre dels sistemes desordenats (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques, i contestació per l'Excm. Sr. Joan Bassegoda i Novell, Doctor en Arquitectura) 1997.

Un clam per a l'ocupació (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Isidre Fainé i Casas, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Joan Bassegoda i Nonell, Doctor en Arquitectura) 1997.

Rosalía de Castro y Jacinto Verdaguer, visión comparada (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Jaime M. de Castro Fernández, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Pau Umbert i Millet, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1998.

La nueva estrategia internacional para el desarrollo (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Santiago Ripoll i Carulla, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1998.

El aura de los números (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins,

Canals i Ports, i contestació per l'Excm. Sr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques) 1998.

Nova recerca en Ciències de la Salut a Catalunya (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excm. Sra. Anna Maria Carmona i Cornet, Doctora en Farmàcia, i contestació per l'Excm. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 1999.

Dilemes dinàmics en l'àmbit social (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Albert Biayna i Mulet, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 1999.

Mercats i competència: efectes de liberalització i la desregulació sobre l'eficàcia econòmica i el benestar (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Amadeu Petitbó i Juan, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Jaime M. de Castro Fernández, Doctor en Dret) 1999.

Epidemias de asma en Barcelona por inhalación de polvo de soja (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excm. Sra. Ma. José Rodrigo Anoro, Doctora en Medicina, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Llort i Brull, Doctor en Ciències Econòmiques) 1999.

Hacia una evaluación de la actividad cotidiana y su contexto: ¿Presente o futuro para la metodología? (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excm. Sra. María Teresa Anguera Argilaga, Doctora en Filosofia i Lletres (Psicologia) i contestació per l'Excm. Sr. Josep A. Plana i Castellví, Doctor en Geografia i Història) 1999.

Directorio 2000

Génesis de una teoría de la incertidumbre. Acte d'imposició de la Gran Creu de l'Orde d'Alfons X el Savi a l'Excm. Sr. Dr. Jaume Gil-Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Financeres) 2000.

Antonio de Capmany: el primer historiador moderno del Derecho Mercantil (discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Xabier Añoveros Trías de Bes, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Santiago Dexeu i Trías de Bes, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2000.

La medicina de la calidad de vida (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Luís Rojas Marcos, Doctor en Psicologia, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en psicologia) 2000.

Pour une science touristique: la tourismologie (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Dr. Jean-Michel Hoerner, Doctor en Lletres i President de la Universitat de Perpinyà, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Jaume Gil-Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques) 2000.

Virus, virus entèrics, virus de l'hepatitis A (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Albert Bosch i Navarro, Doctor en Ciències Biològiques, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària) 2000.

Mobilitat urbana, medi ambient i automòbil. Un desafiament tecnològic permanent (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Pere de Esteban Altirriba, Doctor en Enginyeria Industrial, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2001.

El rei, el burgès i el cronista: una història barcelonina del segle XIII (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. José Enrique Ruiz-Domènec, Doctor en Història, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Felip Albert Cid i Rafael, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2001.

La informació, un concepte clau per a la ciència contemporània (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Salvador Alsius i Clavera, Doctor en Ciències de la Informació, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2001.

La drogaaddicció com a procés psicobiològic (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Miquel Sánchez-Turet, Doctor en Ciències Biològiques, i contestació per l'Excm. Sr. Pedro de Esteban Altirriba, Doctor en Enginyeria Industrial) 2001.

Un univers turbulent (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jordi Isern i Vilaboy, Doctor en Física, i contestació per l'Excma. Sra. Dra. Maria Teresa Anguera Argilaga, Doctora en Psicologia) 2002.

L'enveliment del cervell humà (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Dr. Jordi Cervós i Navarro, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep Ma. Pou d'Avilés, Doctor en Dret) 2002.

Les telecomunicacions en la societat de la informació (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Ángel Cardama Aznar, Doctor en Enginyeria de Telecomunicacions, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2002.

La veritat matemàtica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, doctor en Matemàtiques, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 2003.

L'humanisme essencial de l'arquitectura moderna (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Helio Piñón i Pallarés, Doctor en Arquitectura, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Xabier Añoveros Trías de Bes, Doctor en Dret) 2003.

De l'economia política a l'economia constitucional (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Joan Francesc Corona i Ramon, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Xavier Iglesias i Guiu, Doctor en Medicina) 2003.

Temperància i empatia, factors de pau (Conferència dictada en el curs del cicle de la Cultura de la Pau per el Molt Honorable Senyor Jordi Pujol, President de la Generalitat de Catalunya, 2001) 2003.

Reflexions sobre resistència bacteriana als antibòtics (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Dra. Ma. de los Angeles Calvo i Torras, Doctora en Farmàcia i Veterinària, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària) 2003.

La transformación del negocio jurídico como consecuencia de las nuevas tecnologías de la información (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Rafael Mateu de Ros, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Jaime Manuel de Castro Fernández, Doctor en Dret) 2004.

La gestión estratégica del inmovilizado (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numeraria Excma. Sra. Dra. Anna Maria Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep J. Pintó i Ruiz, Doctor en Dret) 2004.

Los costes biológicos, sociales y económicos del envejecimiento cerebral (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Félix F. Cruz-Sánchez, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, Doctor en Matemàtiques) 2004.

El conocimiento glaciar de Sierra Nevada. De la descripción ilustrada del siglo XVIII a la explicación científica actual. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numeri Excm. Sr. Dr. Antonio Gómez Ortiz, Doctor en Geografia, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Maria Teresa Anguera Argilaga, Doctora en Filosofia i Lletres (Psicologia))2004.

Los beneficios de la consolidación fiscal: una comparativa internacional (Discurs de recepció com a acadèmic d'Honor de l'Excm. Sr. Dr. Rodrigo de Rato y Figaredo, Director-Gerent del Fons Monetari Internacional. El seu padrí d'investidura és l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaime Manuel de Castro Fernández, Doctor en Dret) 2004.

Evolución histórica del trabajo de la mujer hasta nuestros días (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Eduardo Alemany Zaragoza, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Rafel Orozco i Delclós, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2004.

Geotecnia: una ciencia para el comportamiento del terreno (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Antonio Gens Solé, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2005.

Sessió acadèmica a Perpinyà, on actuen com a ponents; Excma. Sra. Dra. Anna Maria Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresarials i Excm. Sr. Dr. Jaume Gil-Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials: "Nouvelles perspectives de la recherche scientifique en economie et gestion"; Excm. Sr. Dr. Rafel Orozco i Delcós, Doctor en Medicina i Cirurgia: "L'impacte mèdic i social de les cèl·lules mare"; Excma. Sra. Dra. Anna Maria Carmona i Cornet, Doctora en Farmàcia: "Nouvelles stratégies oncologiques"; Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària: "Les résistances bactériennes a les antibiotiques". 2005.

Los procesos de concentración empresarial en un mercado globalizado y la consideración del individuo (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Fernando Casado Juan, Doctor en Ciències Econòmiques

i Empresarials, i contestació de l'Excm. Sr. Dr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 2005.

“Son nou de flors els rams li rene” (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jaume Vallcorba Plana, Doctor en Filosofia i Lletres (Secció Filologia Hispànica), i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Enrique Ruíz-Domènec, Doctor en Filosofia i Lletres) 2005.

Historia de la anestesia quirúrgica y aportación española más relevante (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Vicente A. Gancedo Rodríguez, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Llort i Brull, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2006.

El amor y el desamor en las parejas de hoy (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Paulino Castells Cuixart, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Joan Trayter i Garcia, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2006.

El fenomen mundial de la deslocalització com a instrument de reestructuració empresarial (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort i Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Isidre Fainé i Casas, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2006.

Biomaterials per a dispositius implantables en l'organisme. Punt de trobada en la Historia de la Medicina i Cirurgia i de la Tecnologia dels Materials (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Anton Planell i Estany, Doctor en Ciències Físiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària) 2006.

La ciència a l'Enginyeria: El llegat de l'école polytechnique. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Xavier Oliver i Olivella, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, Doctor en Matemàtiques) 2006.

El voluntariat: Un model de mecenatge pel segle XXI. (Discurs d'ingrés de l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Rosamarie Cammany Dorr, Doctora en Sociologia de la Salut, i contestació per l'Excma. Sra. Dra. Anna Maria Carmona i Cornet, Doctora en Farmàcia) 2007.

El factor religioso en el proceso de adhesión de Turquía a la Unión Europea. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Maria Ferré i Martí, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2007.

Coneixement i ètica: reflexions sobre filosofia i progrés de la propedèutica mèdica. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Màrius Petit i Guinovart, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teologia) 2007.

Problemática de la familia ante el mundo actual. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic honorari Excm. Sr. Dr. Gustavo José Noboa Bejarano, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Paulino Castells Cuixart, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2007.

Alzheimer: Una aproximació als diferents aspectes de la malaltia. (Discurs d'ingrés de l'acadèmica honoraria Excma. Sra. Dra. Nuria Durany Pich, Doctora en Biologia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate, Doctor-Enginyer de Camins, Canals i Ports) 2008.

Guillem de Guimerà, Frare de l'hospital, President de la Generalitat i gran Prior de Catalunya. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic honorari Excm. Sr. Dr. Josep Maria Sans Travé, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. D. José E. Ruiz Domènec, Doctor en Filosofia Medieval) 2008.

La empresa y el empresario en la historia del pensamiento económico. Hacia un nuevo paradigma en los mercados globalizados del siglo XXI. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Guillermo Sánchez Vilariño, Doctor Ciències Econòmiques i Financeres, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaume Gil Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Financeres) 2008.

Incertesa i bioenginyeria (Sessió Acadèmica dels acadèmics corresponents Excm. Sr. Dr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia amb els ponents Excm. Sr. Dr. Joan Anton Planell Estany, Doctor en Ciències Físiques, Excma. Sra. Dra. Anna M. Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Financeres i Il·lm. Sr. Dr. Humberto Villavicencio Mavrich, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2008.

Els Ponts: Història i repte a l'enginyeria estructural (Sessió Acadèmica dels acadèmics numeraris Excm. Sr. Dr. Xavier Oliver Olivella, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, amb els Ponents Il·lm. Sr. Dr. Angel C. Aparicio Bengoechea, Professor i Catedràtic de Ponts de l'escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, Il·lm. Sr. Dr. Ekkehard Ramm, Professor, institute Baustatik) 2008.

Marketing político y sus resultados (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Francisco Javier Maqueda Lafuente, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Anna M. Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Financeres) 2008.

Modelo de predicción de “Enfermedades” de las Empresas a través de relaciones Fuzzy (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr Dr. Antoni Terceño Gómez, Doctor en Ciències Econòmiques i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Paulino Castells Cuixart, Doctor en Medicina) 2009.

Células Madre y Medicina Regenerativa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Juan Carlos Izpisúa Belmonte, Doctor en Farmàcia i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina) 2009.

Financiación del déficit externo y ajustes macroeconómicos durante la crisis financiera El caso de Rumania (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Mugur Isarescu, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2009.

El legado de Jean Monnet (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Dra. Teresa Freixas Sanjuán, Doctora en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Fernando Casado Juan, Doctor en Ciències Econòmiques) 2010.

La economía china: Un reto para Europa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jose Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciències Humanes, Socials i Jurídiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2010.

Les radiacions ionitzants i la vida (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Albert Biete i Solà, Doctor en Medicina, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques) 2010.

Gestió del control intern de riscos en l'empresa postmoderna: àmbits econòmic i jurídic (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Ramon Poch i Torres, Doctor en Dret i Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Anna Maria Gil i Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2010.

Tópicos típicos y expectativas mundanas de la enfermedad del Alzheimer (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Rafael Blesa, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Llort i Brull, Doctor en Ciències econòmiques i Dret) 2010.

Los Estados Unidos y la hegemonía mundial: ;Declive o reinención? (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Mario Barquero i Cabrero, Doctor en Economia i Empresa, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort i Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2010.

El derecho del Trabajo encrucijada entre los derechos de los trabajadores y el derecho a la libre empresa y la responsabilidad social corporativa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Manuel Subirana Canterell) 2011.

Una esperanza para la recuperación económica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jaume Gil i Lafuente, Doctor en Econòmiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teologia) 2011.

Certeses i incerteses en el diagnòstic del càncer cutani: de la biologia molecular al diagnòstic no invasiu (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Josep Malvehy, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Llort, Doctor en Econòmiques i Dret) 2011.

Una mejor universidad para una economía más responsable (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Senén Barro Ameneiro, Doctor en

Ciències de la Computació i Intel·ligència, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaume Gil i Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2012.

La transformació del món després de la crisi. Una anàlisi polièdrica i transversal (Sessió inaugural del Curs Acadèmic 2012-2013 on participen com a ponents: l'Excm. Sr. Dr. José Juan Pintó Ruiz, Doctor en Dret: “*El Derecho como amortiguador de la inequidad en los cambios y en la Economía como impulso rehumanizador*”, Excma. Sra. Dra. Rosmarie Cammany Dorr, Doctora en Sociologia de la Salut: “*Salut: mitjà o finalitat?*”, Excm. Sr. Dr. Ángel Aguirre Baután, Doctor en Filosofia i Lletres: “*Globalización Económico-Cultural y Repliegue Identitario*”, Excm. Sr. Dr. Jaime Gil Aluja, Doctor en Econòmiques: “*La ciencia ante el desafío de un futuro progreso social sostenible*” i Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibañez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports: “*El reto de la transferencia de los resultados de la investigación a la industria*”), publicació en format digital www.reialacademiadoctors.cat, 2012.

La quantificació del risc: avantatges i limitacions de les assegurances (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numeraria Excma. Sra. Dra. Montserrat Guillén i Estany, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. M. Teresa Anguera i Argilaga, Doctora en Filosofia i Lletres-Psicologia) 2013.

El procés de la visió: de la llum a la consciència (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Rafael Ignasi Barraquer i Compte, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestación per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciències Humanes, Socials i Jurídiques) 2013.

Formación e investigación: creación de empleo estable (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Mario Barquero Cabrero, Doctor en Economia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Dret) 2013.

El sagrament de l'Eucaristia: de l'Últim Sopar a la litúrgia cristiana antiga (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Armand Puig i Tàrrech, Doctor en Sagrada Escriptura, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaume Vallcorba Plana, Doctor en Filosofia i Lletres) 2013.

Al hilo de la razón. Un ensayo sobre los foros de debate (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Enrique Tierno Pérez-Relaño, Doctor en Física Nuclear, y contestación por la académica de número Excma. Sra. Dra. Ana María Gil Lafuente, Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales) 2014.

Col·lecció Reial Acadèmia de Doctors – Fundación Universitaria Eserp

1. *La participació del Sistema Nerviós en la producció de la sang i en el procés cancerós* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Pere Gascón i Vilaplana, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Montserrat Guillén i Estany, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2014.
2. *Información financiera: luces y sombras* (Discurso de ingreso del Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Emili Gironella Masgrau, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el Académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Derecho) 2014.
3. *Crisis, déficit y endeudamiento* (Discurso de ingreso del Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho y contestación por el Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramón, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2014.
4. *Les empreses d'alt creixement: factors que expliquen el seu èxit i la seva sostenibilitat a llarg termini* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Oriol Amat i Salas, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariais, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Santiago Dexeus i Trias de Bes, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2014.
5. *Estructuras metálicas* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Joan Olivé Zaforteza, Doctor en Ingeniería Industrial y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes, Doctor en Derecho) 2014.

6. *La acción exterior de las comunidades autónomas* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Josep Maria Bové Montero, Doctor en Administración y Dirección de Empresas y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2014.
7. *El eco de la música de las esferas. Las matemáticas de las consonancias* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Vicente Liern Carrión, Doctor en Ciencias Matemáticas (Física Teórica) y contestación por la académica de número Excma. Sra. Dra. Pilar Bayer Isant, Doctora en Matemáticas) 2014.
8. *La media ponderada ordenada probabilística: Teoría y aplicaciones* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. José María Merigó Lindahl, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, Doctor en Ciencias Matemáticas) 2014.
9. *La abogacía de la empresa y de los negocios en el siglo de la calidad* (Discurso de ingreso de la académica numeraria Excma. Sra. Dra. María José Esteban Ferrer, Doctora en Economía y Empresa y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina y Cirugía) 2014.
10. *La ciutat, els ciutadans i els tributs* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Enrique Tierno Pérez-Relaño, Doctor en Física Nuclear) 2014.
11. *Organización de la producción: una perspectiva histórica* (Discurso de ingreso de los académicos numerarios Excmo. Sr. Dr. Joaquín Bautista Valhondo, Doctor en Ingeniería Industrial y del Excmo. Sr. Dr. Francisco Javier Llovera Sáez, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Derecho) 2014.



