



Viaje histórico a la innovación española

Aprendizajes para América Latina

JOSÉ MANUEL MARTÍNEZ



Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat



Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

Diseño de pantalla : Arq- Fabio Capra Ribeiro.

Diagramación: José Manuel Martínez Cabrero

ISBN-Digital. 978-980-18-5915-4	ISBN-Impreso. 978-980-18-5916-1
ISBN: 978-980-18-5915-4  9 789801 859154	ISBN: 978-980-18-5916-1  9 789801 859161

©2025 José Manuel Martínez Cabrero

Hecho en la República Bolivariana de Venezuela

Hecho el depósito de Ley

Depósito Legal: DC2021000733

Reservados todos los derechos

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra en cualquier medio de impresión electrónico o tipográfico sin la autorización por escrito del autor.

DESCARGO DE RESPONSABILIDADES

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de la República Bolivariana de Venezuela, hace constar que las publicaciones que propicia esta corporación se realizan respetando el derecho constitucional a la libre expresión del pensamiento y manifiesta expresamente que no se hace solidaria del contenido general de las obras o trabajos publicados, ni de las ideas y opiniones que en ellos se emitan, las cuales son de responsabilidad de los autores, cuanto en derecho se refiere

El autor manifiesta su compromiso con los derechos establecidos en el marco legal vigente y las normativas internacionales sobre propiedad intelectual, por lo cual, para cualquier solicitud o sugerencia, pone a disposición su dirección de correo electrónico:jmmartinezcabrero@gmail.com

ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERIA Y EL HABITAT DE VENEZUELA, ANIH

Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco, Caracas, 1010 – Venezuela.
Teléfonos: (+58-212) 761.03.10 / 761.20.70 Correo-e: acadingven@gmail.com / url:
www.acading.org.ve Caracas, Venezuela, 2024

Viaje histórico a la innovación española

Aprendizajes para América Latina

José Manuel Martínez

Marzo 2025

Ingeniero electricista e Ing. Informático. Doctor en Economía del desarrollo. Prof. Jubilado de Universidad Central de Venezuela y Universidad Católica Andrés Bello. Consultor empresarial. Coach en Gestión de innovación y en Gerencia de Proyectos. jmmartinezcabrero@gmail.com - ORCID-iD: 0000-0001-5742-7943.

Resumen

Se explora históricamente cuáles fueron las relaciones entre el desarrollo de la ciencia y la técnica en España y los otros componentes: desarrollo político, económico, social, artístico y cultural, así como los actuales avances en la definición de políticas para crear y fortalecer el Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), con el objetivo de identificar aprendizajes sobre +éxitos y dificultades que puedan ser útiles para el desarrollo de CTI en Venezuela y otros países, en particular los de América Latina.

Palabras claves: Desarrollo científico y tecnológico. Historia de la ciencia y la tecnología. Innovación. Historia de la innovación. Innovación en España.

Abstract

It is historically explored here what were in Spain the relationships between the development of science and technology and the other components: political, economic, social, artistic and cultural development, as well as current advances in the definition of policies to create and strengthen the Spanish system for Science, Technology and Innovation (STI), with the aim of identifying learnings about successes and difficulties that can be useful for the development of STI in Venezuela and other countries, specifically Latin American.

Keywords: Scientific and technological development. History of science and technology. Innovation. History of innovation. Innovation in Spain. Innovation development.

Dedicatoria

Dedicado especialmente a los estudiantes y profesores de la maestría en «Política y gestión de la innovación tecnológica» del Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES) de la Universidad Central de Venezuela y a otros estudiosos en este campo, particularmente en los países de Iberoamérica, esperando que éste libro les sea útil para comprender el papel de la innovación, el desarrollo científico y tecnológico en el desarrollo integral de sus países y poder dar su mejor aporte.

«Lo que conduce y arrastra al mundo no son las máquinas sino las ideas»
Victor Hugo.

«Lo importante no es cuánto se sabe, sino qué se puede hacer con lo que se sabe, y ser
además capaz de aprender lo que se ignora»
(Anónimo)

«La Historia no es la maestra de la vida: nadie escarmienta»
Benjamín Jarnés

Agradecimientos

Son muchas las personas a las que debo agradecer su papel en el desarrollo de este trabajo aunque a la gran mayoría no las conozco personalmente.

En primer lugar debo mencionar a todos con los que me entrevisté en la preparación del libro en el que expuse los resultados de mi visita a España en el 2010 y en el 2014.

Las ayudas recibidas han sido por medio de la lectura de sus libros y artículos sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología en España. Sus nombres están en las referencias bibliográficas.

Debo reconocer también como aportes el haber podido consultar en línea los numerosos documentos oficiales sobre las políticas del gobierno en este campo.

Y debo reconocer también los aportes de las lecturas de Fundación COTEC y Madr+id,

El numeroso grupo de expertos españoles que contribuyen con sus análisis y discusiones a mostrar y mejorar lo que pasa en España en este campo es uno de los más importantes logros del desarrollo CTI de España.

Durante la preparación de este libro han sido pocos los contactos personales, Mencionaré a Antoni Paz de la organización Knowledge Innovation Management en Barcelona y a Miguel Quintanilla y Santiago López de la Universidad de Salamanca, Espero que me lean y den recomendaciones.

Índice

PARTE I. Situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en España.....	2
Capítulo 1. La industria española avanza.	3
1. ¿Una industria aeroespacial española?.....	3
Capítulo 2. El Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI)	16
2. El SECTI.....	16
Capítulo 3. El emprendimiento innovador en España	41
3. Importancia y características del emprendimiento innovador	41
Capítulo 4. Los indicadores internacionales.....	48
4. El Global Entrepreneurship Monitor (GEM)	48
Capítulo 5. Conclusiones Parte I	56
5. Aproximaciones	56
Referencias bibliográficas. Parte I.....	65
Capítulo 6. La ciencia en España en la antigüedad.....	73
6. La técnica de los primeros pobladores de España	73
Capítulo 7. Aportes del imperio romano	75
7. Ciencia y técnica en España en el Imperio Romano	75
Capítulo 8. Aportes de los musulmanes en Al-Ándalus	80
8. Situación político-económica en Al-Ándalus.....	80
Capítulo 9. España con los Reyes Católicos y el descubrimiento, conquista y colonización de América.....	88
9. Situación socio-económica en la España de los Reyes Católicos	88
Capítulo 10. España en el siglo XVI	98
10. La época de Carlos I. Primera mitad del siglo XVI.....	98
Capítulo 11. España en el siglo XVII	119
11. Situación político-económica de España en el siglo XVII	119
Capítulo 12. España en el siglo XVIII.....	132
12. La situación político económica en Europa en el siglo XVIII.....	132
Capítulo 13. España en el siglo XIX	146
13. La situación político económica en España en el siglo XIX	146
Capítulo 14. España en el siglo XX hasta la Ley de Ciencia (1986)	171
14. La situación socio-política en España en el siglo XX.....	171
Capítulo 15. Conclusiones Parte II.....	202
15. Consecuencias de la periodización histórica	203
Referencias bibliográficas. Parte II	213
PARTE III. La innovación en España desde la ley de la Ciencia 1986.....	221
Capítulo 16. Estructura sectorial de la economía española.....	222

16. Algunos datos sobre la economía española	222
Capítulo 17. La Ley de la Ciencia 1986	232
17. (La Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación. 13/1986, de 14 abril).....	232
Capítulo 18. A los 20 años de la ley de la Ciencia	243
18. Comentarios críticos	243
Capítulo 19. Nuevas estrategias, Nuevos Planes y Nueva Ley de la Ciencia 2022	255
19. EECTI. Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020	255
Capítulo 20. Una revisión histórica de los principales índices	264
20. La situación económica y financiera	265
Capítulo 21. Conclusiones Parte III.....	274
21. ¿Qué nos dice la historia?	274
Referencias bibliográficas, Parte III	279
PARTE IV. Aprendizajes finales.....	283
Capítulo 22. Aprendizajes finales.....	284
22. Observación final	289

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1. ÍNDICE NACIONAL DE CONTEXTO EMPRESARIAL (NECI) 2022	50
GRÁFICO 2. CONDICIONES MARCO DE EMPRENDIMIENTO. ESPAÑA 2022	52
GRÁFICO 3. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LAS PUNTUACIONES DEL ÍNDICE DE CONTEXTO EMPRESARIAL NACIONAL Y EL ÍNDICE DE INNOVACIÓN GLOBAL –GII (AMBOS PARA 2022)	52
GRÁFICO 4. CLASIFICACIÓN DE ESPAÑA POR PILARES- GII 2021 Y 2022	53
GRÁFICO 5. COMUNIDADES Y PROVINCIAS DE ESPAÑA	223
GRÁFICO 6. POBLACIÓN EN COMUNIDADES DE ESPAÑA	223
GRÁFICO 7. VALOR AÑADIDO BRUTO Y OCUPACIÓN POR ACTIVIDAD ECONÓMICA (COMO % DEL TOTAL), 2017	226
GRÁFICO 8.C. DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS POR TAMAÑO EN ESPAÑA (OCTUBRE 2022)	228
GRÁFICO 9. INVERSIÓN EN I+D (%PIB)	230
GRÁFICO 10. PIB REAL ESPAÑA.1986-2014	231
GRÁFICO 11. ESTRUCTURA SECTORIAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA. 1986-2014	231
GRÁFICO 12. EVOLUCIÓN DE LOS GASTOS DEL GOBIERNO EN I+D+I	265
GRÁFICO 13.. EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN ESPAÑOLA EN I+D (M€)	265
GRÁFICO 14. EVOLUCIÓN DE LA LA INVERSIÓN ESPAÑOLA EN I+D RESPECTO AL PIB	266
GRÁFICO 15. EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN ESPAÑOLA EN I+D SEGÚN EL ORIGEN DE LOS FONDOS	267
GRÁFICO 16.. EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN ESPAÑOLA EN I+D POR SECTOR DE EJECUCIÓN	267
GRÁFICO 17. GASTOS EN I+D DE PAÍSES EUROPEOS EN 2018	268
GRÁFICO 18. FINANCIACIÓN EMPRESARIAL DE LA I+D EN PORCENTAJE SOBRE EL GASTO TOTAL	268
GRÁFICO 19. EVOLUCIÓN DEL PERSONAL EMPLEADO EN I+D EN ESPAÑA	269
GRÁFICO 20. PORCENTAJE DE PERSONAL EMPLEADO EN I+D CON DOCTORADO	269
GRÁFICO 21. PORCENTAJE DE PERSONAL EMPLEADO EN I+D RESPECTO A LA POBLACIÓN OCUPADA	270
GRÁFICO 22. PORCENTAJE DE PERSONAL EN I+D EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL (2018)	270
GRÁFICO 23. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA MUNDIAL (2018)	271
GRÁFICO 24. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA	271
GRÁFICO 25. IMPACTO NORMALIZADO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA (2018)	272
GRÁFICO 26. EVOLUCIÓN DE LAS SOLICITUDES DE PATENTES PCT EN ESPAÑA	273
GRÁFICO 27. NÚMERO DE PATENTES PCT POR MILLÓN DE HABITANTES EN ESPAÑA (2017)	273
GRÁFICO 28. NÚMERO DE SOLICITUDES DE PATENTE EUROPEA POR MILLÓN DE HABITANTES EN ESPAÑA (2017)	273
GRÁFICO 29. EVOLUCIÓN DEL INTERÉS POR LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN ESPAÑA	274

Índice de tablas

TABLA 1. PRINCIPALES INDICADORES DE ALTA TECNOLOGÍA –AÑO 2021	33
TABLA 2. CONDICIONES MARCO EMPRESARIALES (EFC)	42
TABLA 3. CONDICIONES DEL MARCO EMPRESARIAL NACIONAL	48
TABLA 4. FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE ESPAÑA. GII 2022.	54
TABLA 5. ÍNDICE DE INNOVACIÓN GLOBAL (GII). DETALLE DE INDICADORES 2021 Y 2022	55
TABLA 6. PUNTUACIONES EN DIMENSIONES DE LA INNOVACIÓN. EUROPEAN INNOVATION SCOREBOARD 2021	56
TABLA 7. CIENTÍFICOS EN ESPAÑA EN EL SIGLO XX	191
TABLA 8. PUNTUACIONES DE DIMENSIONES DE LA INNOVACIÓN. EUROPEAN INNOVATION SCOREBOARD 2021	225
TABLA 9. ESTRUCTURA DEL EMPLEO EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (DATOS EN PORCENTAJE)	225
TABLA 10. APORTES AL PIB Y AL EMPLEO EN SECTORES EN ESPAÑA (FINES DE 2018)	227
TABLA 11. NÚMERO DE EMPRESAS ESPAÑOLAS SEGÚN TAMAÑO (OCTUBRE 2022)	228
TABLA 12. CRONOLOGÍA DE PRESIDENTES DESPUÉS DE FRANCO	234
TABLA 13. DENOMINACIONES DE LOS MINISTERIOS	235
TABLA 14. MINISTERIOS RELACIONADOS CON LA CIENCIA DESDE LA MUERTE DE FRANCO	236

Índice de Figuras

FIGURA 1. COHETE MIURA 1	3
FIGURA 2. CARRERAS DE INGENIERA AEROESPACIAL EN ESPAÑA.	10
FIGURA 3. LIBRO DE VALERIANO RUIZ.	12
FIGURA 4. PLATAFORMA SOLAR DE ALMERÍA.	13
FIGURA 5. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA EN ESPAÑA.	18
FIGURA 6. MAPA DE ICTS,.....	19
FIGURA 7. RED DE INFRAESTRUCTURA DE ASTRONOMÍA (RIA).	20
FIGURA 8. CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN.	21
FIGURA 9. SINCROTRÓN ALBA.	22
FIGURA 10. FUNDACIONES QUE DEPENDEN DEL ICSIII, ...	23
FIGURA 11. PARQUES CIENTÍFICOS EN ESPAÑA. 2017	26
FIGURA 12. PRIMEROS POBLADORES DE ESPAÑA	73
FIGURA 13. LAS VÍAS ROMANAS EN HISPANIA	75
FIGURA 14. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA ROMANAS.	77
FIGURA 15. LOS REYES CATÓLICOS	88
FIGURA 16. LAS 25 UNIVERSIDADES FUNDADAS EN AMÉRICA.	93
FIGURA 17. MAPA DEL NUEVO MUNDO.	94
FIGURA 18. PROYECTO BOMBEO DE AGUA DEL TAJO. J. TURRIANO	104
FIGURA 19. EL IMPERIO ESPAÑOL CON FELIPE II.	107
FIGURA 20. MONASTERIO DEL ESCORIAL.	115
FIGURA 21. GRANDES PENSADORES DEL SIGLO XVII.	122
FIGURA 22. COLLAGE DE OBRAS DE ARTE CLAVES DEL SIGLO XVII.	123
FIGURA 23. FRESCO DE TIEPOLO EN LA BÓVEDA DEL SALÓN DEL TRONO DEL PALACIO REAL.	141
FIGURA 24. FUNDADORES DE LA INSTITUCIÓN LIBRE DE ENSEÑANZA.	155
FIGURA 25. SUBMARINO DE ISAAC PERAL.	158
FIGURA 26. EL TELEKINO DE TORRES QUEVEDO.	160
FIGURA 27. GOYA. LOS FUSILAMIENTOS DEL 3 DE MAYO	162
FIGURA 28. GOYA, LAS MAJAS.	163
FIGURA 29. ALFONSO XIII Y PRIMO DE RIVERA.	172
FIGURA 30. ESTIMACIÓN DEL REPARTO DE CONCEJALES.....	174
FIGURA 31. ESQUEMA DE LA CONSTITUCIÓN DE 1931.....	175
FIGURA 32. FRANCO CON HITLER Y CON MUSSOLINI.	179
FIGURA 33. FRANCO ABRAZA A EISENHOWER, ...	181
FIGURA 34. PIB PER CÁPITA EN ESPAÑA, 1850-2015.	182
FIGURA 35. IMPORTANTES INTELLECTUALES EN LA RESIDENCIA DE ESTUDIANTES.	187
FIGURA 36. PABLO PICASSO. EL GUERNICA, ...	193
FIGURA 37. CHILLIDA. EL PEINE DEL VIENTO.	196
FIGURA 38. MUSEO GUGGENHEIM.....	198

Viaje histórico a la innovación española

Aprendizajes para América Latina

PARTE I

Situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en España

José Manuel Martínez

PARTE I. Situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en España

Introducción

Como primera parte de este trabajo (Parte I) se van a mostrar algunos importantes resultados en el desarrollo científico tecnológico español actual. Para comenzar a estudiar cuáles son las capacidades y éxitos españoles en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación me planteé comenzar viendo cuáles son algunos de los desarrollos actuales más exitosos.

Recientemente, vi en TV que pasaron la noticia de que un grupo de investigadores españoles iban a lanzar al espacio un primer cohete diseñado por una empresa española. Eso me llevó a averiguar mejor qué estaba haciendo esa empresa y qué les llevó a incursionar en un área tan avanzada mundialmente. Consideré necesario conocer cuáles son las capacidades económicas, científicas y tecnológicas de esta empresa y del conjunto de empresas españolas existentes en el área aeroespacial, de qué manera se vinculan a un desarrollo científico y tecnológico nacional en ese campo y cómo se relacionan las diferentes iniciativas con el desarrollo de todo el sector aeroespacial y de la CTI en España. Lo vi como un caso de estudio que daría indicaciones acerca de las capacidades españolas en el desarrollo científico y tecnológico.

No dudé de que seguramente iba a descubrir capacidades tecnológicas importantes, como me había ocurrido cuando estuve en Sevilla, en 2014, para conocer qué se estaba haciendo en innovación en Andalucía, tal como me había recomendado mi amigo Francisco Solís, a quien había conocido en Caracas en 2011. En esa visita en 2014 me puso en contacto con Valeriano Ruiz (qepd), quien fue líder fundamental en el diseño y puesta en marcha de la Planta Solar de Almería, gran desarrollo tecnológico español. Lo

que me contó Valeriano me dio y me da confianza en los adelantos españoles en innovación.

A partir de la búsqueda por Internet de la experiencia del cohete español me planteé conocer si existía en España una industria aeroespacial. Descubrí, como muestro en esta Parte I, que esta industria ya tenía en España muchos años desarrollándose y participando en importantes proyectos internacionales y que realmente muestra capacidades tecnológicas a nivel internacional y una historia que muestra cómo pasar de un taller tradicional a una empresa de vanguardia.

En esta Parte I se reconoce además cómo funciona el Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación para orientar el desarrollo general de la CTI en España. El sistema actual es muy complejo a nivel de instituciones, estrategias, políticas y planes. En España ya hay importantes Centros de Investigación y Desarrollo de nivel internacional, así como un numeroso grupo de Parques Científicos y Tecnológicos. En esta Parte I se identifican y caracterizan las instituciones que forman el SECTI: las de I+D+i, las de planificación, administración y gobernanza. Se presentan también los grupos que se ocupan del manejo de la información sobre CTI y las que se han organizado para facilitar la transferencia de tecnología, especialmente la RedOTRI. Siendo tan importante el emprendimiento innovador en los países líderes se revisa aquí cómo está el desarrollo de ese ecosistema en España.

Finalmente se presentan y se discute sobre la posición de España según los principales indicadores internacionales del desarrollo de la CTI.

A partir de la información revisada se sacan las principales conclusiones y de ahí se deducen cuáles son los más importantes aprendizajes. Estos se organizan según las categorías acordadas, planteadas en el prefacio de este trabajo, para que al reunir las con las de otras Partes se puedan identificar algunas de las variables claves del desarrollo de la CTI. [u](#)

Capítulo 1. La industria española avanza.

1. ¿Una industria aeroespacial española?

1.1.MIURA I. El cohete español



Figura 1. Cohete MIURA 1

Fuente: El Confidencial (Wikipedia)

[Miura I](#) es un prototipo de una serie de futuros cohetes MIURA 5. El cohete Miura I tiene 12,45 m de largo. El motor está alimentado por tanques propulsores con 1.000 litros de oxígeno líquido y 600 litros de queroseno para la aviación. Con su lanzamiento se espera que llegue a 153 Km de altura en la atmósfera. Está diseñado para ser recuperable y reutilizable. En su primer lanzamiento llevará al espacio una carga útil de hasta 100Kg y la devolverá en forma segura.

Esta carga corresponde a un encargo del Centro de Tecnología Espacial Aplicada y Microgravedad (ZARM de Alemania) para verificar el comportamiento de algunas tecnologías en condiciones de microgravedad. El lanzamiento a una órbita espacial baja, se realizará desde el Centro de Experimentación del Arenosillo en la provincia de Huelva. En tierra se han realizado todas las pruebas que han permitido validar en condiciones reales las tecnologías desarrolladas, todas ellas en la empresa que ha diseñado Miura I. El plan previsto es el desarrollo de MIURA 5 antes de finalizar esta década. Este cohete servirá para llevar y devolver cargas y para poner en órbita satélites¹.

1.2. PLDSpace

La empresa que está haciendo este desarrollo es [PLDSpace](#), una empresa española ubicada en la ciudad de Elche, creada en 2011 por dos profesionales jóvenes: Raúl Torres - CEO y fundador, con 33 años, graduado en Ciencias Biológicas de la Universidad de Alicante, con estudios en ingeniería aeroespacial en la Universidad Politécnica de Valencia- y Raúl Verdú - CBDO (Director de Desarrollo de Negocios) y fundador, graduado en la Universidad de Elche como ingeniero industrial. Actualmente PLDSpace tiene su sede en la ciudad de Elche, 2500m² en el Parque Empresarial de Elche. Tienen instalaciones en Teruel, Huelva y la Guayana Francesa (País en el que Francia tiene instalaciones para el lanzamiento satelital). Las instalaciones para pruebas de propulsión están en el aeropuerto de Teruel, en un espacio de más de 13.000 m² en el que hay un Centro de Control de Pruebas y Bancos de Prueba de motores de cohetes y donde han conseguido una concesión para su utilización durante 25 años. Utilizan también el Centro de Experimentación del [Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial \(INTA\)](#) en Mazagón (Huelva), institución dependiente del Ministerio de Defensa con el que tienen un acuerdo de trabajo. El lugar de lanzamiento de sus cohetes se realizará en el [Centro de Experimentación de El Arenosillo \(CEDEA\)](#) en la población del Arenosillo en la provincia de Huelva, en cuyas instalaciones, con fines espaciales, se llevaron a cabo más de 500 misiones de lanzamiento realizadas por la [NASA](#) y por la [ESA \(Agencia Espacial Europea\)](#) desde 1966 hasta 1994². La historia de cómo PLDSpace se ha ido desarrollando es importante. Según mencionan, todos los desarrollos tecnológicos de sus componentes han sido realizados por ellos mismos. Ya han pasado doce años desde su inicio y es ahora cuando van a probar en campo el prototipo. El personal actual es de más de 115 personas. Han tenido que financiarse todo este tiempo para poder avanzar en la idea y en los proyectos. En 2013 completaron el primer financiamiento de 1 millón de euros, aportados por varios ángeles de negocio y el [CDTI](#). En 2015 la Asociación Española de Ciencias honró sus logros en el campo de la propulsión espacial que desarrollaron desde cero. Las pruebas se realizan en las facilidades privadas del aeropuerto de Teruel. A lo largo del tiempo la empresa ha venido buscando nuevas colaboraciones financieras y accionarias con

¹ https://www.pldspace.com/images/MIURA_1/MIURA1_Payload_Users_Guide.pdf

² <https://computerhoy.com/espacio/puerto-espacial-huelva-base-lanzamiento-miura-1-pld-space-video-1213342>

distintas organizaciones públicas y privadas (IVF. ESA. ENISA. SUMA Teruel; etc.). Para el 17/12/2020 PLDSpace había conseguido ya financiamiento por más de 28 millones de euros y actualmente señalan que el financiamiento llega a 60 millones de euros, con la previsión del desarrollo de Miura 5. El [CDTI](#) (Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación) les ha dado apoyo en varias ocasiones junto con [JME Venture Capital](#) y [ALZIS](#). Inclusive la empresa aeronáutica española ACITURRI ha participado como inversora.

La mención de un acuerdo de trabajo con una organización pública - INTA - y otra con una empresa privada – [ACITURRI](#) -, ambas en el campo de las actividades espaciales me llevó a averiguar cuáles son sus actividades y también a explorar rápidamente la existencia de una industria aeroespacial española y las políticas al respecto. Eso me irá abriendo el campo a reconocer los avances españoles en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como su relación con un desarrollo industrial avanzado. [ACITURRI](#) es una empresa privada que fue creada en 1977 como una compañía familiar (Fundación de Talleres Ginés). En su evolución, en el año 1984 desarrollaron su primer proyecto del sector aeronáutico y para 1986 asumieron el campo de los «composites»³ y ya en 1987 adoptaron las normas AQAP⁴, comenzando en 1989 las actividades de montaje y la fabricación de dos aviones. La empresa fue creciendo, en 1994 estaban ya construyendo componentes para los satélites Hispasat e Integral, partes para los aviones de la empresa brasileña Embraer y de Sikorsky Aircraft Corporation, subsidiaria de Lockheed Martin, empresa reconocida como líder mundial en el diseño y construcción de helicópteros con las tecnologías más avanzadas de la industria. Más adelante logró acuerdos con Airbus-España⁵ para la fabricación de partes para distinto tipo de aviones Airbus. Para ampliar sus actividades ha adquirido varias empresas y suscritos acuerdos de colaboración con otras. Actualmente tiene dos grandes componentes en su organización: Aeroestructuras, que se ocupa del diseño, industrialización e integración de aeroestructuras complejas para las principales OEMs⁶ y que cuenta con más de 1400 profesionales y Aeroengines, para el desarrollo de productos complejos con tecnologías innovadoras y que presta servicios de motor aeronáutico y desarrollo multitecnológico. Tiene cinco plantas con actividades diferenciadas y complementarias, localizadas en distintas comunidades. Manifiestan tener un compromiso con el impulso de nuevas tecnologías e I+D. Ya tienen un primer contrato para la producción de piezas de vuelo utilizando fabricación aditiva. A lo largo de todo el tiempo de vida de la empresa han participado en proyectos con Airbus y desde 2002 en los programas Marco de la Unión Europea. Han obtenido financiamiento de los fondos europeos y del CDTI y otras organizaciones nacionales e

³ Los composites o resinas compuestas son materiales sintéticos formados por una combinación de materiales para formar estructuras muy resistentes y livianas con propiedades mecánicas notables, por lo que se usan en el campo de la aeronáutica, la astronáutica, la ingeniería naval y otras (Wikipedia)

⁴ Las normas AQAP son un sistema de gestión de calidad en Defensa establecido por la OTAN, basado en las normas ISO 9000 con una serie de requisitos adicionales.

⁵ Airbus es la empresa europea para la fabricación de partes y componentes para aviones, en la cual España es una de las tres naciones fundadoras, por lo que existen en España importantes facilidades para la producción de aviones para uso comercial, helicópteros y actividades espaciales y para defensa, así como centros de I+D para proyectos científicos y tecnológicos avanzados. Tiene aproximadamente 13.000 empleados altamente calificados que trabajan en el diseño, desarrollo, fabricación y soporte de aeronaves y componentes principales en ocho sitios ubicados en tres de las principales regiones de España (comunidades autónomas) de Madrid, Castilla-La Mancha y Andalucía.

⁶ Un OEM (Original Equipment Manufacturer), en español: Fabricante de equipos originales) fabrica piezas o componentes que se utilizan en los productos de otra empresa.

internacionales para participar en proyectos avanzados de I+D+i. La innovación les ha llevado a la adjudicación de nuevas patentes. Para el entrenamiento de personal hacen uso de las técnicas de realidad virtual y realidad aumentada.

1.3. La industria aeroespacial española

Conocer la existencia de estas dos importantes organizaciones me motivó a averiguar más acerca de las capacidades industriales, científicas y tecnológicas del sector aeronáutico y espacial español. La búsqueda en Internet me hizo llegar al portal «[El confidencial](#)» en el que se reseñaba una ponencia de Ignacio Mataix, CEO de la empresa [Indra](#), sobre «El papel de España en la innovación empresarial» en el foro «Sevilla, ecosistema de innovación» en octubre de 2022. En él se destacaba la importancia de la industria aeroespacial española, se daban algunos datos sobre esta industria mencionando que el Gobierno nacional había aprobado un [PERTE Aeroespacial](#) que movilizaría más de 4.000 millones de euros de fondos públicos y privados para proyectos estratégicos de I+D+i. Planteaba que uno de los proyectos previstos consistía en el lanzamiento de una constelación de satélites de observación de la Tierra en colaboración con Portugal. También indicó que su empresa Indra había logrado la adjudicación de un proyecto importante, por parte de la «[Agencia Noruega de Material de Defensa](#)» para enlazar los terminales de comunicaciones y la constelación de satélites.

Sus planteamientos y las cifras que dio me llevaron a buscar información más completa sobre la industria aeroespacial española, consiguiendo un informe muy completo publicado por la [Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Aeronáutica y Espacio](#) (TEDAE, 2018), la «Agenda sectorial de la industria aeronáutica. 2018»⁷.

Para empezar hay que hacer una breve caracterización de esta industria, porque puede parecernos que para su desarrollo se necesitarían capacidades que escapan de las posibilidades españolas. «Desde sus inicios, la industria aeronáutica es la consecuencia industrial de los grandes avances científicos y tecnológicos». El sector aeronáutico es uno de los que mayor esfuerzo realiza en I+D+i, en conocimiento y desarrollo de tecnologías, que son claves para el liderazgo y la competitividad de las empresas del sector. Es tecnológicamente muy exigente, así como también en la gestión. Las empresas compiten en costos pero también en conocimientos y capacidad para desarrollar nuevas tecnologías. Es una industria con largos plazos, tanto para el desarrollo de productos como para la recuperación de las inversiones, por lo que necesita acciones de impulso y apoyo institucional o alianzas público-privadas. Deben definirse estrategias a largo plazo y financiación plurianual para garantizar estabilidad de desarrollo, así como un compromiso firme para que sea sostenible. Es un sector plenamente globalizado, las grandes empresas tractoras son internacionales y no son muchas, en realidad la industria aeronáutica mundial está manejada por un duopolio de [Airbus](#) y [Boeing](#). Los ciclos de vida son muy largos (30/40 años). Es muy intensivo en capital.

Esta industria se relaciona y afecta a muchos sectores: investigación, educación, transporte, comercio, industria, defensa, seguridad, medio ambiente, por lo que se necesita una política de Estado que le dé continuidad en el tiempo a la coordinación y asignación estable de recursos para mantener un desarrollo continuo que sea

⁷ <https://industria.gob.es/es-es/Servicios/AgendasSectoriales/Agenda%20sectorial%20de%20la%20industria%20aeron%C3%A1utica/Agenda-sectorial-industria-aeronautica.pdf>

competitivo. La naturaleza estratégica del sector aeronáutico hace que la participación e implicación de los Estados sea muy relevante.

Existen tres niveles de empresas:

- Empresas cabeceras, Fabricantes de Equipos Originales (OEM), que son los diseñadores de sistemas y certificadores.
- Suministradores de primer nivel (TIER 1), que son los integradores de grandes componentes y estructuras, definen soluciones y atienden los requerimientos de las OEM. Necesitan altas capacidades tecnológicas. Normalmente se dedican a una o máximo dos áreas y gestionan las cadenas de suministros aguas abajo.
- Tejido industrial para la fabricación de subcomponentes, partes y operaciones para la entrega del producto final, así como la prestación de ciertos servicios.

La industria aeronáutica española es fuertemente exportadora y genera empleo estable y de calidad. Tiene unas pocas empresas de cabecera, un número un poco mayor de empresas tractoras integradoras de primer nivel y una mayoría de empresas auxiliares que completan la cadena de suministro. En total hay unos 670 centros productivos repartidos por toda España. 15 de las empresas tienen más de 250 trabajadores y el 96% son Pymes.

Algunos datos de 2017 en TEDAE (2018):

- Facturación: 8.947 millones de euros
- Inversión en I+D+i: 936 millones €, 10,5% de la facturación, 7,1% gasto nacional en innovación
- Exportaciones: 81% producción, 2,6% de las exportaciones nacionales
- Empleo: 108.000 puestos de trabajo directos e indirectos, 35.000 empleos directos⁸
- Productividad tres veces mayor que la media nacional
- Retorno al Estado: 10,3% del volumen del negocio
- Componentes del ecosistema: 17 centros tecnológicos, 12 universidades, 6 clústeres

El Instituto de Comercio Exterior (ICEX)⁹ da importancia especial al sector aeroespacial y de defensa, indicando que está ampliamente desarrollado en España, porque.

- España ocupa la 5ª posición en Europa en relación al volumen de ventas y al número de personas empleadas.
- El mercado español alcanzó una facturación de 11.594 millones de euros en 2021, empleando a más de 50.000 personas. Se caracteriza por un elevado crecimiento y una importante inversión en I+D, que alcanza el 10% de la facturación del sector.
- El sector ha vivido un crecimiento en la última década (42% desde 2012).
- Se trata de un sector estratégico para la economía española, ya que:
- Es intensivo en I+D+i (además, los resultados de las investigaciones en este sector a menudo se utilizan en otras industrias).
- El empleo que crea es de alta calidad.
- Es clave para el sector exterior, ya que un 44% en el caso del subsector aeronáutico y un 80% en el caso del espacio (2021) de la cifra de negocios procede de la exportación.

⁸ Fuente Mataix en su conferencia

⁹ <https://www.investinspain.org/es/sectores/aeroespacial>

- El sector aeroespacial español representa casi el 1% del total del PIB español y el 9,3% del PIB industrial español.

Las empresas aeronáuticas establecidas en España destacan en diversos campos como aviones de transporte militar, turbinas de baja presión, actividades de mantenimiento, aviones de reabastecimiento en vuelo y de misiones espaciales, aeroestructuras de materiales compuestos y sistemas de gestión de tráfico aéreo. La industria española participa en los principales desarrollos aeronáuticos europeos, tanto civiles como militares. El sector está considerado estratégico, así que cuenta con una importante cantidad de ayudas e incentivos.

España es uno de los pocos países capaces de abarcar el ciclo completo de diseño y fabricación de una aeronave, debido a la presencia de un importante OEM (Airbus) y de compañías Tier-1 (de primer nivel) como [Aernnova](#), [Aciturri](#), [Héroux-Devtek](#) e [ITP](#), lo que tiene un efecto incentivador en la cadena de suministro y mejora su competitividad industrial. En España, el 84% de la industria aeroespacial se localiza entre el centro del país (principalmente Madrid, Castilla-La Mancha y Castilla y León), Andalucía y el País Vasco. En total, España cuenta con 696 centros productivos de empresas certificadas en aeronáutica. Aunque el segmento espacial español está dominado por grandes multinacionales extranjeras como Airbus o [Thales](#), también cuenta con grandes firmas nacionales de amplia reputación internacional como [Hispasat](#) o las divisiones espaciales de [Indra](#), [GMV](#), [Elecnor](#), [Sener](#) o [Técnicas Reunidas \(IberEspacio\)](#). Y los proyectos y contratos millonarios se han sucedido en los últimos años. «En los últimos 15 años, (antes de 2018) la participación española en el sector aeronáutico mundial se ha multiplicado por cuatro, dando lugar a una representación del 4,7% de nuestro PIB»¹⁰.

Según TEDAE (2018), asociación que aglutina a 76 empresas del sector, la industria de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio sigue siendo un sector clave en España. Al menos, así lo atestiguan sus cifras de facturación, la cual aumentó un 5,8% en 2018. Por sectores, el 76% corresponde a la aeronáutica civil y militar; el 15% a Defensa Naval y Terrestre; el 8% a Espacio y el 1% a Seguridad. Y en cuanto a los mercados en los que venden sus productos, el 51% es civil y el 49% militar.

La industria aeroespacial se caracteriza por trabajar con periodos de desarrollo de tecnologías y de amortización muy dilatados en el tiempo (en torno a los 20 años) que producen retornos de inversión muy a largo plazo. Esto plantea la necesidad de disponer de políticas industriales de Estado y planes de apoyo a la I+D+i a largo plazo, así como marcos financieros estables que permitan su sostenibilidad y competitividad en un mercado global en el que la implicación de los Estados en el sector es muy alta como cliente, como regulador e incluso como accionista en algunos casos.

Otra información interesante que tuve la oportunidad de revisar es la que ofrece la revista «[El Referente](#)» que se dedica a presentar casos e información acerca del desarrollo de las start-ups españolas.

Un artículo presenta a las 15 start-ups del área aeroespacial, más prometedoras en 2022. Señala que la expansión y abaratamiento de los desarrollos tecnológicos y digitales y la progresiva apuesta científica ha acercado a España al mundo aeroespacial. Es quizás interesante ver que son empresas de jóvenes, fundadas hace pocos años que han preparado iniciativas en diversos campos, entre otros las propuestas de estas empresas cubren las siguientes aplicaciones:

- Diseño, fabricación y operación de pequeños satélites

¹⁰ <https://www.xataka.com/espacio/industria-aeroespacial-espanola-existe-quiere-papel-explosion-nueva-conquista-espacial>

- Tecnología de pequeños satélites (5x5x8 cm) para la conectividad a sensores y dispositivos en zonas aisladas
- Desarrollo de drones autónomos para digitalización de espacios subterráneos
- Desarrollo y comercialización de motores y sistemas propulsores de alto rendimiento para satélites y vehículos espaciales basados en propelentes verdes
- Plataformas pico-satélites
- Plataforma para observación de contaminación de cuerpos de agua y aire.

1.4. La I+D en Aeronáutica y aeroespacial

Este área tan importante en España, con un desarrollo industrial de tecnología avanzada y que está internacionalizado, cuenta también con importantes actividades de investigación y desarrollo tecnológico que proveen nuevos conocimientos a la industria nacional. Es necesario entonces comentar lo que hace el [Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial](#) (INTA)

[INTA](#) es un [Organismo Público de Investigación \(OPI\)](#), dependiente del [Ministerio de Defensa](#). Tiene ya 75 años de existencia, su sede principal está en Torrejón de Ardoz (Madrid), con campus en el Pardo y en la Marañosa, más ocho (8) centros de ensayo y cuatro (4) estaciones espaciales. Está especializado en actividades de I+D en aeronáutica, espacio, hidrodinámica, seguridad y defensa. Tiene una gran infraestructura de laboratorios e instalaciones de investigación, desarrollo tecnológico, medida y ensayo. Sus capacidades abarcan áreas de Investigación y desarrollo, consultoría tecnológica, ensayos, homologación y certificación, calibración, grandes instalaciones. Al 1 de noviembre de 2022 el INTA contaba con 1493 personas, que incluían tanto al personal que realiza actividades de gestión, como al que desarrolla las de carácter científico-técnico. El 66,10% corresponde a titulados universitarios. El 78,50% correspondía a personal científico-técnico repartido en las diferentes subdirecciones científico-tecnológicas y en los Centros de Astrobiología y de Metrología y Calibración, que desarrollan más de 50 líneas de investigación.

En el plan de Actuación Anual para 2023 su actividad está estructurada en más de 400 proyectos, de I+D y de prestación de servicios. Su campo de actividad es muy amplio y actual. Vale la pena copiar textualmente lo que plantean:

En ámbito espacial contribuye al desarrollo de tecnologías de cargas útiles, habiéndose consolidado como referente nacional e internacional, entre otros campos en: electromagnetismo computacional y aplicado en radiofrecuencia y microondas, operaciones en misiones espaciales, instrumentación óptica y desarrollo de sensores compactos para exploración planetaria, desarrollo de tecnologías cuánticas, investigación y desarrollo de sistemas de pequeñas plataformas. En aeronáutica van encaminadas a reforzar las competencias en nuevas tecnologías, para la certificación de aeronaves, caracterización de emisiones producidas por turborreactores, investigación en tecnologías del hidrógeno y otras energías renovables, motores cohete con propulsante líquido y sólido, estudio de materiales funcionales, diseño y fabricación de superficies hielofóbicas, recubrimientos protectores para la corrosión por biomasa, estructuras activas avanzadas y robótica, generación avanzada de trayectorias sobre UAVs (Unmanned Aerial Vehicle) Vehículo Aéreo no Tripulado), aprendizaje automático e inteligencia artificial sobre minería de datos aerodinámicos y actuadores de plasma y sus aplicaciones. La investigación hidrodinámica se dirige hacia la investigación en soluciones integrales para la inspección industrial con drones y desarrollo de

plataformas marinas, hidrodinámica de elementos de amortiguamiento de aerogeneradores flotante y desarrollo de sistemas de control avanzado para navegación con «hydrofoils. (INTA 2023)

También tiene un amplio campo de actividad relacionado con la defensa, entre ellos los relacionados con protección frente a fragmentos y proyectiles, de seguridad de las infraestructuras y la protección personal con trajes inteligentes, protección de agentes químicos y de guerra biológica, sistemas de intercepción de amenazas de drones, sistemas de lanzamiento de micro y nano satélites, así como temas relacionados con la ciberseguridad, inteligencia artificial y desarrollo de nuevas capacidades de software. INTA realiza la Transferencia de Tecnología mediante su [Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación \(OTRI\)](#), unidad de gestión técnica cuya misión principal es facilitar y promover la colaboración entre los distintos grupos de investigación del INTA y el entorno empresarial. Se sigue así lo que está establecido en la red OTRI para facilitar la comunicación entre las universidades, centros de investigación y empresas e impulsar la transferencia de conocimientos y tecnologías al entorno productivo industrial, presentar los resultados transferibles generados por los grupos de investigación y valorar, proteger y transferir la Propiedad Industrial e Intelectual. Tiene también una Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) desde 2005, que promueve iniciativas de cultura científica, divulgación, difusión y educación de la ciencia. Así se pueden transmitir conocimientos y acercar la investigación y la profesión científica al público no especializado, fomentar las vocaciones científicas entre los más jóvenes, mejorar la percepción por la sociedad y propiciar la participación ciudadana en el debate científico. La formación en ingeniería aeroespacial en España es muy amplia.



Figura 2. Carreras de ingeniera aeroespacial en España.

Fuente: L-earn.es.

Entre las actividades que los profesionales en ingeniera aeroespacial pueden desarrollar están:

- Diseño y construcción de aeronaves, vehículos espaciales, sistemas aeronáuticos incluido el diseño de satélites.
- Desarrollo de capacidad para mantenimiento de naves y vehículos espaciales.
- Realización de pruebas técnicas, certificadas de materiales aeroespaciales.
- Participar en el ensamblaje de naves, y simulación de vehículos espaciales.
- Gestionar proyectos relacionados con materiales aéreos para sectores públicos o privados.
- Inspeccionar y verificar para así obtener sus certificaciones de navegación.
- Ayudar a elaborar materiales aéreos, trabajando con empresas que se dediquen a ello.

- Prestar servicios técnicos en las redes y asistencias de vuelo, las pistas de aterrizaje y otras infraestructuras en aeropuertos, aeródromos y todo lo relacionado con aerolíneas.
- Ayudar en la planificación y creación de estructuras para aeropuertos.
- Asesorar a empresas públicas o privadas sobre ingeniería aeroespacial.
- Dar clases en universidades y tutorías referentes a la carrera.

Existen también iniciativas para difundir el interés cultural por este área como la que promueve actualmente la Comunidad de Madrid¹¹: La Comunidad de Madrid promueve la educación aeroespacial con cursos de formación para docentes organizados con la [Agencia Espacial Europea](#) (ESA). A través de estas actividades, los maestros y profesores de la región realizan prácticas de observación con telescopios, para difundir entre los niños y adolescentes el interés por el espacio, potenciando así las vocaciones científico-tecnológicas.

La revisión de este sector indica que para conocer bien cuáles son las capacidades de desarrollo científico y tecnológico y de innovación española hay que profundizar en las características de diversos sectores, especialmente los de mayor demanda actual y de mayor complejidad tecnológica. Hay que conocer cuáles son las actividades y organización de la industria y de los servicios ya que es ahí donde se pone en funcionamiento la capacidad de innovación. También si existen centros de I+D y carreras directamente relacionadas con el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas de cada sector.

1.5.El financiamiento de I+D+i en el sector aeroespacial

En el mes de marzo de 2022 el Gobierno español aprobó el [Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica \(PERTE\) Aeroespacial](#), «un instrumento de colaboración público-privada para impulsar la ciencia y la innovación en el ámbito aeroespacial con el objetivo de dar respuesta a los retos del sector como el cambio climático, la seguridad global y la transición digital»... «dirigido a fortalecer las capacidades del ámbito aeroespacial, así como a impulsar la transición ecológica y digital en el sector a través de la I+D+I»... « El PERTE Aeroespacial prevé movilizar cerca de 4.533 millones de euros entre 2021 y 2025, lo cual incluye unos 2.000 millones de euros como inversión indirecta, con una contribución del sector público de alrededor de 2.193 millones». Habría que separar de ahí lo que se espera invertir en actividades de I+D+i. Las cifras de inversión total son suficientemente grandes para valorar la importancia de este sector. A estas cifras deberían añadirse los fondos que España puede conseguir provenientes de los planes de desarrollo de la Unión Europea, de sus [Programas Marco \(Horizon\)](#) y también de las pequeñas empresas que completan la industria aeroespacial española.

Como en este trabajo no hay el tiempo ni los recursos para indagar más profundamente ni hacerlo en otros sectores de importancia en CTI solamente he tomado este caso como un ejemplo para conocer verdaderamente lo que se está haciendo en España en I+D+i en los distintos sectores. Para completar la exploración de la situación de la I+D+i en España, actualmente trataré de buscar análisis, cifras generales e información general acerca del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación.

¿Es España líder en el desarrollo de nuevas tecnologías energéticas renovables?

¹¹ <https://www.comunidad.madrid/noticias/2021/06/28/promovemos-educacion-aeroespacial-cursos-formacion-agencia-espacial-europea>

1.6.El reto energético

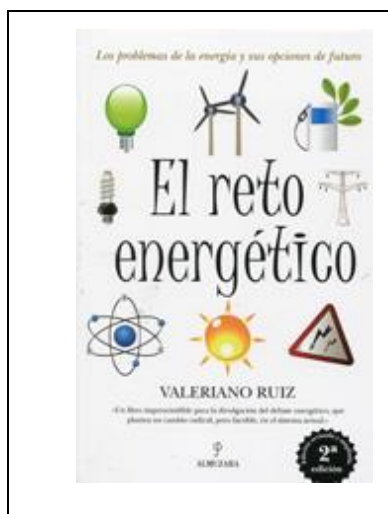


Figura 3. Libro de Valeriano Ruiz.

Fuente: Marcial Pons Ed

Mencionaré una experiencia que también me podría llevar a hacer un análisis semejante en el sector energético, tan importante ahora debido a la transición energética que se sigue en muchos países para ir eliminando las fuentes de energía derivadas de los combustibles fósiles. En esta área España ha estado muy adelantada mundialmente y ahora ha retomado impulso. Tuve oportunidad en 2014 de sostener una entrevista en Sevilla con el Dr. Valeriano Ruiz (qepd) acerca del desarrollo de la Plataforma Termosolar de Almería (Huelva), en Tabernas, de la que él fue uno de los fundadores y directores principales. Dos horas de explicaciones detalladas acerca de todas las circunstancias técnicas, organizativas y políticas que tuvieron que enfrentar y superar para poner finalmente en pleno funcionamiento el sistema. Tuvieron que reunir y entrenar a un conjunto variado de profesionales sin que ninguno de ellos hubiera tenido experiencia previa en el desarrollo de este complejo sistema. Tuvieron que desarrollar métodos y componentes, sistemas de computación, etc. En fin hacer investigación aplicada de punta, tuvieron que diseñar componentes técnicos, relacionarse con la industria nacional para su fabricación y muchas más cosas.

Valeriano Ruiz me regaló uno de sus libros «El reto energético. Los problemas de la energía y sus opciones de futuro», en el que los distintos participantes narran sus vivencias profesionales y personales en el desarrollo de la Plataforma Termosolar de Almería. Este libro muestra aspectos técnicos, organizacionales y humanos que finalmente demuestran que el desarrollo científico y tecnológico en España, con nivel de calidad y competitividad mundial puede desarrollarse. Este desarrollo se pasó después a la industria nacional y son ya muchos los sistemas termosolares que España ha instalado en distintos países. Un ejemplo que seguramente se repite en distintos sectores y que muestra las posibilidades científico-tecnológicas que España puede desarrollar. Veamos un poco más acerca del desarrollo de este proyecto y su relación con el de la innovación en el sector energético.

1.7.El desarrollo de la Plataforma Solar de Almería

¿Cuál ha sido el desarrollo de la Plataforma Solar de Almería?



Figura 4. Plataforma solar de Almería.

Fuente: CIEMAT

Actualmente La Plataforma Solar de Almería (PSA), perteneciente al [Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas \(CIEMAT\)](#), es el mayor centro de investigación, desarrollo y ensayos de Europa dedicado a las tecnologías solares de concentración. La PSA desarrolla sus actividades integrada como una División de I+D dentro de la estructura del Departamento de Energía del CIEMAT. «Cuenta con unidades de investigación sobre tecnologías termosolares de foco lineal y de foco puntual, una unidad de materiales para tecnologías solares de concentración, unidades de almacenamiento térmico de energía, de producción solar de combustibles y materias primas, de aplicaciones solares térmicas y de tratamientos solares del agua». (CIEMAT, 2023)

1.8.Iberdrola

Tocando el tema de las energías renovables en España no es posible dejar de mencionar los esfuerzos que ha venido haciendo [Iberdrola](#) en este campo. No entraré en muchos detalles ya que no es el motivo de este trabajo hacer un estudio de todas las capacidades de innovación presentes en España. Solo quiero evidenciar que actualmente hay actividades muy importantes, tanto en el sector público como en el privado. Espero que eso me lleve a descifrar cómo se han obtenido importantes resultados, para conocer cuáles han sido los factores favorables y desfavorables que han intervenido. Iberdrola ha sido muy estudiada debido a su expansión y el interés en el desarrollo de las energías renovables (Inglada 2012).

[Iberdrola](#) es un grupo energético español, con sede en Bilbao, que se encarga de la distribución, generación, transmisión y comercialización de energía eléctrica. La compañía también participa en los mercados de distribución de energía renovable y gas natural, además de ofrecer servicios de construcción e ingeniería.

Suministra energía a cerca de 100 millones de personas y tiene más de 600.000 accionistas. Es una de las mayores empresas eléctricas globales. Se consideran líderes en la transición energética, por lo que realizan inversiones en energías renovables, redes inteligentes, almacenamiento de energía a gran escala y transformación digital. En España tiene más de 11 millones de clientes. La historia de Iberdrola es muy interesante, está descrita en detalle en [Wikipedia](#), Iberdrola, como empresa con ese nombre nació en 1992. Fue el resultado de la fusión de [Hidroeléctrica Española](#) e [Iberduero](#), ésta última nació en 1944 de la fusión de [Hidroeléctrica Ibérica](#) (formada en 1901) y [Saltos del Duero](#) (fundada en 1918). Actualmente tiene operaciones en España, Reino Unido,

Estados Unidos, México, Brasil, y tiene proyectos de energía eólica marina en Polonia, Suecia, Irlanda, Estados Unidos, Brasil y Japón, y también en Dinamarca, Países Bajos, Corea del Sur, Vietnam y Taiwán.

Algunas cifras sirven para mostrar la actual [dimensión de Iberdrola](#).

- Plantilla actual: 38.000 personas
- Inversión total en los últimos doce meses (desde Julio 2023 hacia atrás): 10.544 millones de euros.
- Inversiones para construir un modelo energético sostenible en los últimos 20 años: 120.000 millones de euros
- Previsión de inversiones 2020-2025: 75.000 millones de euros
- Cifra de ventas 2022: 55.949,4 M€
- Beneficio neto 2022: 4.338,6M€
- Total activos 2022: 154.668M€
- % Ingresos España: 42,4%
- Beneficio neto 1er. Semestre 2023: 2521 M€
- Capacidad en renovables: 41.246 MW instalados.

En energías renovables disponen de tecnología eólica terrestre y marina. Comenzaron el desarrollo de la energía eólica terrestre hace 20 años y tienen más de 20.000MW de potencia instalada en todo el mundo. Este aspecto representa 25% de la inversión futura en renovables. Actualmente la energía eólica marina es clave en el crecimiento futuro. A finales de 2022 tenían en operación 1258MW y en construcción 5,500MW, lo que significa inversiones de cerca de 30.000M. . La cartera de renovables de Iberdrola asciende a 90GW.

En energía solar fotovoltaica se cubre el 24% de las inversiones en renovables y se prevé incrementar la capacidad instalada según el plan estratégico 2023-2025 en 6.300 MW. En energía hidroeléctrica tienen más de 14.000 MW de potencia instalada. Trabajan también sobre redes inteligentes y en el desarrollo de hidrógeno verde, tema en el que tienen más de 60 proyectos en ocho países. Todos esos desarrollos están basados y acompañados por una estrategia de innovación. Según la Comisión Europea Iberdrola es la primera empresa energética privada del mundo por inversión en I+D+i y es también una de las compañías europeas que más invierten en desarrollo de startups. Ya para el año 2007 para la gestión de I+D+i pusieron en marcha el Sistema de Gestión de I+D+i conforme a la norma UNE 166002 actualizada actualmente con la versión 2021, que está certificada por AENOR.

En el [Informe de innovación 2020-2022](#) indican que las inversiones en I+D+i en 2021 fueron de más de 2.000M€ y que actualmente tienen 250 proyectos en curso.

Plantean la organización de los esfuerzos en I+D+i en cinco ejes:

- Nuevos proyectos y servicios.
- Tecnologías disruptivas más eficientes, sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.
- Digitalización y automatización de todos los negocios y procesos.
- Innovación con startups, emprendedores y proveedores.
- Cultura de innovación y talento.

Durante 2021 invirtieron en I+D+i 337,5 M€ con un crecimiento respecto al año anterior del 15%. Las ventas en 2021 fueron 39.113,5 M€, lo que da una relación de 0,86% inversión I+D+i/total ventas.

En relación con los centros de investigación tienen los siguientes espacios:

- Campus Iberdrola.
- Global Smart Grids Innovation Hub.

- Centro de excelencia en Inteligencia Artificial.
- Smart Mobility Hub.
- Innovation Middle East.

Y dos programas:

- Universidades Iberdrola U.
- Start ups PERSEO

Con [el programa PERSEO](#) para Startups tiene más de 15 años apostando por la innovación y el desarrollo de un ecosistema global de startups del sector eléctrico.

1.9.¿Qué es el CIEMAT, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas?

Es un Organismo Público de Investigación adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la Secretaría General de Investigación, focalizado principalmente en los ámbitos de la energía y el medio ambiente y los campos tecnológicos relacionados con ambos. Ocupa una posición intermedia en la cadena que va desde la creación de conocimiento básico a la aplicación industrial, de forma que su ámbito de actividad busca siempre servir de puente entre la I+D+i y los objetivos de interés social. Fue fundado el año 1951, como [Junta de Energía Nuclear](#) (JEN), y a partir de 1986 como CIEMAT.

El equipo humano está formado por 1.328 personas. Su sede central está en Madrid, en Andalucía está la Plataforma Solar de Almería ([PSA](#)); en Soria el [Centro de Desarrollo de Energía Renovables \(CEDER\)](#) y el [Centro Internacional de Estudios de Derecho Ambiental \(CIEDA\)](#); en Extremadura, el [Centro Extremeño de Tecnologías Avanzadas \(CETA\)](#) está ubicado en Trujillo, y en Barcelona se encuentra la sede del [Centro de Investigaciones Sociotécnicas \(CISOT\)](#).

El CIEMAT es un organismo público de investigación (OPI) en los ámbitos de la energía, el medio ambiente y la tecnología. Sus campos de actividad son: [Energías renovables y ahorro energético, Fisión nuclear, Fusión nuclear Valorización energética de combustibles y residuos, Partículas elementales y astropartículas, Biología y biomedicina, Medioambiente, Radiaciones ionizantes, Instrumentación científica y física médica, Caracterización y análisis de materiales, Ciencias de la computación y tecnología informática, Estudios de sistemas energéticos y medioambientales.](#)

La [Oficina de Transferencia de Tecnología \(OTT\)](#) creada el año 1996 es la que sirve de vínculo entre la actividad de I+D+i desarrollada por el CIEMAT y el exterior, es decir, llevar a cabo la transferencia de tecnología, con el fin de dinamizar las relaciones entre el mundo científico y el de la empresa para el aprovechamiento por parte de ésta de las capacidades de I+D y de los resultados de la actividad investigadora.

Cuenta también con la [Oficina de Proyectos Nacionales \(OPN\)](#), que sirve de interfaz entre las entidades, tanto públicas como privadas, que financian la investigación científica y técnica y los Departamentos Técnicos del CIEMAT y entre éstos y el tejido industrial y empresarial fomentando la cadena: ciencia-innovación-comercialización.

También desarrolla una serie de actividades educativas e informativas de alta especialización, en aquellas áreas relacionadas con los Proyectos de I+D del Ciemat y que forman parte de un programa de formación esencialmente aplicado y complementario a las enseñanzas académicas. Por medio de la Unidad de Formación realiza diversas actividades en el ámbito educativo colaborando con Universidades, IES y otros Centros nacionales e internacionales. El CIEMAT apoya el desarrollo de Prácticas Educativas en Centros de Trabajo a través de convenios específicos con Universidades Nacionales e Internacionales, Hospitales, IES y Colegios.

Para completar el análisis de la situación española en ciencia, tecnología e innovación se revisarán algunas de las principales características del Sistema Español de CTI. (SECTI), en relación con sus infraestructuras institucionales, esto es, los centros de investigación existentes, los principales indicadores de resultados actuales, las características de la política de desarrollo en CTI, la ley, el plan y la estrategia vigentes.

[△](#)

Capítulo 2. El Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI)

2. EL SECTI

Desde que COTEC publicó el libro blanco en 1998, las organizaciones españolas relacionadas con el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, públicas y privadas, han estado usando regularmente el modelo propuesto por COTEC que identificó los siguientes agentes del SECTI:

- Las empresas
- Las administraciones públicas (organizaciones, políticas y planes)
- El sistema público de I+D (Universidades, Centros de I+D y Organismos Públicos de Investigación)
- Las infraestructuras de soporte a la innovación (Parques C y T, Centros tecnológicos, OTRIS)
- El entorno (La demanda, recursos financieros y humanos, la formación de personal para I+D+i)

Para echar un primer vistazo a la actual situación de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en España se eligió revisar la infraestructura institucional existente actualmente en España, las instituciones relacionadas con el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas. Así se reúnen los agentes 2,3 y 4 señalados previamente y que son los más visibles y operativos en la producción de conocimiento.

2.1.El Ministerio de Ciencia e Innovación

En primer lugar vamos a referirnos al [Ministerio de Ciencia e Innovación](#) que es actualmente el organismo central del Gobierno responsable del funcionamiento del Sistema Español de CTI. El Ministerio está «encargado de la ejecución de la política del Gobierno en materia de investigación científica y técnica, desarrollo tecnológico e innovación en todos los sectores, incluyendo la dirección de las relaciones internacionales en esta materia y la representación española en programas, foros y organizaciones de la Unión Europea e internacionales de su competencia»¹².

Del Ministerio de Ciencia e Innovación dependen los:

- [Organismos públicos de investigación \(OPI\)](#)
- [Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares \(ICTS\)](#)
- [Comité Polar Español](#)
- [Consorcios y fundaciones](#)
- [Centros y unidades de excelencia](#)
- [Organismos e infraestructuras de investigación internacionales](#)
- [Instituto de España y Reales Academias](#)
- [Museos](#)

¹² <https://www.ciencia.gob.es/Ministerio/Mision-y-organizacion.html>

2.2.Los Organismos Públicos de Investigación (OPI)

[Los Organismos Públicos de Investigación \(OPI\)](#) de la [Administración General del Estado \(AGE\)](#) fueron creados sobre todo para la ejecución directa de actividades de investigación científica y técnica y de actividades de prestación de servicios tecnológicos, Los siguientes centros corresponden a esta designación: El [Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas \(CIEMAT\)](#), el [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#), el [Instituto de Salud Carlos III \(ISCIII\)](#) y el [Instituto Astrofísico de Canarias \(IAC\)](#).

2.3.El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

(Se ha presentado más atrás)

2.4.El Instituto de Salud Carlos III (ISCIII)

El [ISCIII](#) es un organismo autónomo público español que se ocupa de la investigación biomédica, la salud pública y la prestación de servicios científicos-técnicos de referencia y programas docentes dirigidos al Sistema Nacional de Salud para contribuir a mejorar la salud de todos los ciudadanos mediante la investigación y la innovación. Fomenta la investigación financiándola y vertebrándola en el ámbito del [Sistema Nacional de Salud](#) a través de sus [Centros de Referencia Nacional](#), Institutos de Investigación, Fundaciones, Redes, Consorcios y Plataformas de servicios científico-técnicos. Gestiona desarrolla y ofrece servicios científico-técnicos de referencia en múltiples aspectos para la salud pública y ofrece asesoramiento. Los Institutos y Centros de Investigación que están dependiendo del ISCIII son los siguientes:

- Centro Nacional de Microbiología
- Centro Nacional de Epidemiología
- Centro Nacional de Sanidad Ambiental
- Instituto de Investigación de Enfermedades Raras
- Centro Nacional de Medicina Tropical
- Unidad Funcional de Investigación de Enfermedades Crónicas
- Unidad de Investigación en Salud Digital
- Unidad de Investigación en Cuidados y Servicios de Salud (Investén-ISCIII)
- Unidades Centrales Científico-Técnicas
- Red de Laboratorios de Alertas Biológicas
- Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud
- Museo ISCIII
- Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias
- Escuela Nacional de Sanidad
- Escuela Nacional de Medicina del Trabajo

En el año 2017 estaban vigentes en el ISCIII 223 proyectos de investigación, de los cuales 37 eran internacionales y 142 estaban financiados por el mismo ISCIII. La financiación total fue de 30.765.153,22 € y la dotación en ese año 2017 fue de 6.609.709,77€. En 2017 se concedieron al ISCIII 40 nuevos proyectos de investigación con una financiación de 5.934.382,48€. Los investigadores del ISCIII realizaron 368 publicaciones periódicas y 28 tesis doctorales. El ISCIII tiene entre sus responsabilidades la de atender y evaluar solicitudes de acreditación de Institutos de Investigación Sanitaria. Actualmente existen 35 IIS acreditados en 13 CCAA, con más de 24.000 investigadores adscritos y con un total de 179 centros.



Figura 5. Instituto de investigación sanitaria en España.

Fuente: <https://www.isciii.es/institutos-investigacion-sanitaria-presentacion>

2.5.El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

[El Instituto de Astrofísica de Canarias \(IAC\)](#) fue fundado en 1975. Es un centro de investigación astrofísica español localizado en las Islas Canarias que, aprovechando la calidad de sus cielos, gestiona dos de los mejores observatorios internacionales del mundo (el [Observatorio del Teide](#), en Izaña (Tenerife), y el [Observatorio del Roque de los Muchachos](#), en Garafía (La Palma)). La misión del IAC es realizar y promover la investigación astrofísica, desarrollar y transferir su tecnología, difundir los conocimientos astronómicos y colaborar en la enseñanza universitaria para formar y capacitar al personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la Astrofísica.

Desde 1979 ocho países europeos (Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Reino Unido y España) firmaron el «[Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica](#)», que tiene consideración de Tratado Internacional y se maneja a través del Comité Científico Internacional. Hay otro conjunto de 10 países con relación bilateral con el IAC o como parte de consorcios internacionales que han instalado sus instrumentos en los Observatorios de Canarias, así como otras organizaciones internacionales que pueden hacer uso de las instalaciones, entre ellas la [Agencia Espacial Europea](#). El tiempo de uso de los 26 telescopios existentes, de diferentes características, tecnologías y aplicaciones es compartido entre los países firmantes, correspondiéndole a España 20% del tiempo de observación, como contrapartida por facilitar el emplazamiento del telescopio. La financiación proviene de la Administración General del Estado y del Gobierno de Canarias en un 60%, el otro 40% adicional es de financiación externa. Según el Plan de Actuación 2023 el presupuesto de gastos estimados de personal sería de 12.500k€, los gastos de funcionamiento 4.670k€, en inversiones 1.039,50k€ y en transferencias 1.240,50k€, para un total de 19.500k€.

2.6.El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

[El Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#) es la mayor institución pública de España dedicada a la investigación científica y técnica y una de las más destacadas del Espacio Europeo de Investigación. Según el RANKING SCIMAGO

Astronomía y Astrofísica: La [Red de Infraestructura de Astronomía \(RIA\)](#) coordina las infraestructuras de 7 observatorios nacionales para: radioastronomía y astronomía óptica e infrarroja. Además, incluye el [Laboratorio Subterráneo de Canfranc](#).



Figura 7. Red de Infraestructura de Astronomía (RIA).

Fuente: <https://riastronomia.es/>

Ciencias del Mar, de la Vida y de la Tierra: infraestructuras necesarias para facilitar el acceso de los científicos a entornos naturales que presentan características únicas para la investigación para promover una gestión sostenible del medio natural.

- Bases Antárticas Españolas (BAE)
- Flota Oceanográfica Española (FLOTA)
- Infraestructura para el Cultivo del Atún Rojo (ICAR)
- Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN)
- Reserva Biológica de Doñana (RBD)
- Sistema de Observación Costera de las Illes Balears (SOCIB)

2.8. Ciencias de la Salud y Biotecnología:

Se han establecido redes de infraestructuras en el campo de la imagen, nanotecnología y ciencias ómicas. Además, también quedan reforzados los laboratorios de alta seguridad biológica.

- Red de Laboratorios de Alta Seguridad Biológica (RLASB)
- Red Laboratorios Resonancia Magnética de Biomoléculas (R-LRB)
- Infraestructura de Tecnologías Ómicas (OMICSTECH)
- Infraestructura integrada de producción y caracterización de nanomateriales, biomateriales y sistemas en biomedicina (NANBIOSIS)

Ciencias Sociales y Humanidades: El interés se centra en las áreas científicas de prehistoria, paleontología humana y arqueología.

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: por todo el territorio nacional, [RedIRIS](#) y la [Red Española de Supercomputación \(RES\)](#) son los máximos exponentes

de esta área, ofreciendo a la comunidad científica una gran capacidad de computación y comunicaciones mejores y más seguras.

2.9.La REDIRIS

La Red Iris fue fundada en 1988. Está incluida en el mapa de Instalaciones Científico-Técnicas Singulares (ICTS). Es la red académica y de investigación española que proporciona servicios avanzados de comunicaciones a la comunidad científica y universitaria nacional ofreciéndoles también servicios de seguridad, identidad digital, transferencia de datos, soporte técnico a instituciones, difusión y otros más. Cuenta con más de 500 instituciones afiliadas, principalmente universidades y [Organismos Públicos de Investigación \(OPIs\)](#), asegurando también la conectividad entre todas las ICTS. Está financiada por el [Ministerio de Ciencia e Innovación](#). Su gestión la maneja una entidad pública empresarial, la Red Española de Supercomputación (RES), que está adscrita al [Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital](#) a través de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial.

2.10.La Red Española de Supercomputación (RES)

[La Red Española de Supercomputación](#) es una Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS) que fue creada en 2007. Está compuesta por 14 nodos distribuidos por toda la geografía española, interconectados entre sí por redes de alta velocidad. Actúa como coordinador el «Barcelona Supercomputing Center» - [Centro Nacional de Supercomputación](#).



Figura 8.Centro Nacional de Supercomputación.

Fuente: <https://www.bsc.es/es>

Ofrece recursos y servicios de supercomputación y gestión de datos necesarios para el desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos innovadores y de alta calidad. Son miembros en red otros centros de supercomputación españoles (Galicia, Castilla y León, Extremadura), algunas universidades (Autónoma de Madrid, Valencia, Cantabria, Málaga, Zaragoza-BIFI9 y otras instituciones (Port d'Informació Científica PIC, NASERTIC en Navarra y el CIEMAT).

Energía: Ante la importancia de la disponibilidad de fuentes de energía sostenibles y económicamente competitivas, se incluyen infraestructuras que investigan y ofrecen sus instalaciones en el campo de la energía solar y la energía de fusión.

Ingeniería: El área temática de ingeniería está representada en el Mapa de ICTS por la ingeniería hidráulica y marítima.

Materiales: Se incluyen infraestructuras que ofrecen instalaciones de última generación en microscopía electrónica, luz sincrotrón, micro/nano fabricación, láseres ultracortos ultra intensos y complejos aceleradores de partículas.

Infraestructura de aplicaciones basadas en aceleradores
Centro de Láseres Pulsados (CLPU)
Infraestructura de Microscopía Electrónica de Materiales (ELECMI)
Red Salas Blancas de Micro y Nano Fabric. (MICRONANOFABS)

2.11.Sincrotrón ALBA:



Figura 9. Sincrotrón ALBA.

Fuente:CSIC

El Sincrotrón ALBA es un complejo de aceleradores de electrones destinado a producir luz de sincrotrón con la que visualizar la estructura y propiedades de la materia, especialmente a escala nanométrica. Su construcción comenzó en 2006, se inauguró en 2010 y entró en funcionamiento con usuarios oficiales a mediados de 2012. El complejo de aceleradores está compuesto por un acelerador lineal, que se utiliza para acelerar los electrones hasta 100 MeV, un sincrotrón propulsor, donde los electrones son acelerados hasta 3 GeV, y un anillo de almacenamiento donde se genera la luz de sincrotrón y se emite a las diferentes estaciones experimentales.

2.12.Comité Polar Español

[El Comité Polar Español \(CPE\)](#) es la autoridad española encargada de coordinar las actividades de I+D+I de España en las zonas polares. Fue creado en 1998. Es responsable de la planificación, autorización, coordinación y seguimiento de las actividades de I+D+I en el Ártico y la Antártida. Desde entonces España está implicada en la investigación y en los órganos internacionales de la Antártida. Tiene plataformas terrestres y oceanográficas importantes, infraestructuras en tierra, las Bases Antárticas Españolas (BAE) Juan Carlos I y Gabriel de Castilla, un buque de apoyo en la Antártida ‘Sarmiento de Gamboa’ y el Buque de Investigación Oceanográfica (BIO) ‘Hespérides’, en el océano Ártico.

La investigación polar en España comprende distintas áreas temáticas como Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Vida y Ciencias Físicas y Químicas, así como sus interrelaciones. Dentro de las Ciencias de la Tierra, se abarcan temáticas como tectónica, geofísica, permafrost y suelos, hidrogeología, morfología y dinámica del fondo marino, geomorfología, paleoceanografía, sedimentología, estratigrafía, paleontología, petrología y vulcanismo, así como geoconservación. En Ciencias de la

Vida, los estudios de la flora y fauna (pingüinos, colonización de las áreas libres de hielo por líquenes y musgos, microorganismos). En Ciencias Físicas se realizan estudios de balance de masas y dinámica de glaciares y estudios sobre detección de llegada de contaminantes a estas áreas remotas. Desde el año 2004 España cuenta con una política de datos polares que asegura la remisión, almacenamiento y difusión de los datos antárticos por medio del Centro Nacional de Datos Polares, que actúa como herramienta de intercambio de información entre los países firmantes del Tratado Antártico. La Campaña Antártica Española 2021-22 se ha considerado como un modelo de cooperación entre diferentes instituciones públicas y privadas al servicio de la I+D+I (Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación, Comité Polar Español, Unidad de Tecnología Marina del CSIC, Ejército de Tierra y la Armada). Es interesante ver que en 2012 se fundó el APECS-Spain (Asociación Española de Jóvenes Investigadores Polares) como uno de los comités nacionales del APECS, para vincular y relacionar a los estudiantes, investigadores y educadores interesados en las regiones polares y que desarrollan su actividad en el territorio español. Su objetivo es promover y estimular la colaboración científica interdisciplinar y la divulgación científica para fomentar el desarrollo de futuros líderes en investigación y divulgación polar en España.

2.13. Consorcios y fundaciones

Los [Consortios](#) son entidades de derecho público en las que participan entidades públicas y privadas para realizar actividades de interés común en I+D+i en ámbitos científicos destacados. Algunos figuran entre los ICTS, pero son destacables los consorcios y fundaciones adscritos al ISCII. En el CIBER trabajan investigadores básicos y clínicos para facilitar que la investigación de laboratorio llegue a los pacientes de forma ágil y segura y transfiere sus resultados a la industria y a la sociedad, y CIBERNED que impulsa la investigación en enfermedades neurodegenerativas. Fundaciones que dependen del ICSIII son la CNIO para la investigación oncológica, la CNIC dedicada a comprender las bases fundamentales de la salud y la enfermedad cardiovascular y la FCIEN en todos los campos de la neurología básica. Clínica y epidemiológica.



Figura 10. Fundaciones que dependen del ICSIII,

Fuente: <https://www.ciencia.gob.es/Organismos-y-Centros/Consortios-y-Fundaciones.html>

2.14. La red española de centros de I+D+i (RECIDI)

[El Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación \(SICTI\)](#) recoge información sobre los miembros de la [Red de Centros de Investigación, Desarrollo e](#)

[Innovación \(RECIDI\)](#) existentes en España, identificando su ubicación geográfica por Comunidad Autónoma, tipos de centros, instituciones vinculadas. En línea se presenta una tabla de todos ellos y un mapa en el que se ubican geográficamente. Como resumen se cuantifican los distintos tipos de centros:

- 5 Organismos Públicos de Investigación (OPI)
- 88 Universidades en las cuales hay distintos tipos de Centros de I+D+i y de organizaciones relacionadas.
- 40 Institutos de Investigación Sanitaria.
- 57 Centros de excelencia SOMMA.
- 147 Centros Tecnológicos.
- 29 Infraestructuras Científico-Tecnológicas Singulares (ICTS).
- 78 Parques Científicos y/o Tecnológicos.
- 162 Clústeres/Plataformas.
- 13 Organismos de I+D Regionales.

2.15.Organismos e infraestructuras de investigación internacionales

España, desde hace tiempo participa en grandes [Organismos e Infraestructuras de Investigación Internacionales](#), favoreciendo la internacionalización de la investigación de España y facilitando la movilidad y la formación de investigadores y tecnólogos españoles, así como la coordinación con los programas de la UE. Algunos de las más importantes:

- CERN (European Laboratory for Particle Physics)
- EFI (European Forest Institute)
- EMBL-EMBO-EMBC (European Molecular Biology Organization, Laboratory and Conference)
- ESRF (European Synchrotron Research Facility)
- ESO (European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere)
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility)
- ILL (Institut Laue-Langevin)
- INL (International Iberian Nanotechnology Laboratory)
- ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)
- XFEL (European X-ray Free Electron Laser)

Hay que señalar la existencia y el papel del Foro Estratégico Europeo de Infraestructuras de Investigación ([ESFRI](#)), que tiene como objetivo desarrollar un enfoque común de las políticas europeas en infraestructuras de investigación, consideradas como fundamentales en la construcción del Espacio Europeo de Investigación. Europa cuenta con más de 50 instalaciones paneuropeas que cubren todos los dominios científicos y movilizan inversiones de 20.000 millones de euros. De 37 infraestructuras europeas de referencia, España participa en 21, en los siguientes campos: digitalización, salud y alimentación, medioambiente, física e ingeniería, ciencias sociales.

2.16.Museos

Los principales [museos](#) españoles, dependientes del Ministerio de Ciencia e Innovación son:

- Museo Nacional de Ciencia y Tecnología; Aunque la propuesta de su creación tuvo lugar en 1962, por diversas circunstancias abrió sus puertas al público en

1997. Actualmente es un centro de investigación sobre patrimonio científico y tecnológico. Actúa como referente social y punto de encuentro en estas áreas. Tiene más de 1800 artefactos científicos y tecnológicos, desde el Siglo XVI, «testigos únicos» de la evolución de la ciencia y la técnica. En el museo se realizan conferencias, actividades lúdico-científicas, talleres didácticos, colaboraciones en la formación del profesorado de ciencias y publicaciones de catálogos.

- Real Jardín Botánico:** Tiene más de 265 años de historia. Desde 1939 es un centro de investigación y exhibición del CSIC. Tiene una muestra de 5500 especies de plantas vivas de todo el mundo y un herbario para la conservación de plantas secas. Organiza programas educativos y visitas guiadas.

- Museo Geominero:** Tuvo sus inicios en los trabajos de la Comisión Geológica de España, creada por la reina Isabel II en 1849. En 1927 se ubicó en su sede actual. Sus objetivos son: investigar, conservar y difundir la riqueza y diversidad del patrimonio geológico, paleontológico y mineralógico. Tiene una extensa colección de más de 40.000 muestras de minerales, 1500 ejemplares de rocas y cerca de 67.000 microfósiles, incluye una colección de 159 ejemplares de gemas y una colección de rocas espaciales (meteoritos y otros). Tiene dos grupos de investigación: Amberia, que estudia ecosistemas forestales y macroinclusiones en ámbar y la Estación Paleontológica del Valle del Río Fardes, en torno al yacimiento de grandes mamíferos.

- Museo Nacional de Ciencias Naturales:** Fue creado en 1771 por el rey Carlos III como Real Gabinete de Historia Natural, pero fue el rey Fernando VII quien lo creó con el nombre de Real Museo de Ciencias Naturales, en 1815. Tiene un variado conjunto de Laboratorios que prestan servicios científico-técnicos. El Museo Nacional de Ciencias Naturales es un centro pionero de investigación sobre el patrimonio natural y la divulgación de su conocimiento. Realiza investigaciones científicas en paleobiología, geología, ecología y cambio climático y se llevan a cabo proyectos de investigación multidisciplinarios en colaboración con científicos de otras instituciones.

- Residencia de Estudiantes:** Fundada en 1910, fue el primer centro cultural de España en esa época, una experiencia muy fructífera de intercambio científico y artístico, foco de difusión de la modernidad en España. Por ella pasaron las figuras más destacadas de la cultura española del siglo XX y personalidades mundiales. Funciona de nuevo, actualmente, desarrolla proyectos de investigación en relación con el estudio y difusión de su legado histórico y el análisis de las tendencias actuales de pensamiento. Es un espacio abierto al debate, la reflexión crítica y la creación.

2.17. Los Parques Científicos y Tecnológicos de España

Los Parques Científicos y Tecnológicos (PCT) son sociedades público-privadas que están normalmente asociados a un espacio territorial estratégicamente localizado y que ofrecen un ambiente e instalaciones de calidad para estimular la instalación de empresas y otras organizaciones innovadoras. Los PCT albergan empresas pequeñas y grandes interesadas en la producción de innovaciones, institutos tecnológicos, organizaciones de servicios. Están diseñados para favorecer la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido. Su objetivo es facilitar las sinergias entre las organizaciones localizadas en el PCT, estimular el desarrollo de innovaciones y de tecnología, facilitar la transferencia de tecnología, crear empleo de calidad y contribuir al desarrollo económico de la zona en que están

ubicados. La importancia de manejar los nuevos conocimientos hace que se busque el contacto fácil y cercano con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior. Los espacios son también compartidos por las aceleradoras e incubadoras de startups y de spin offs. Para asegurar el buen funcionamiento del PCT existe normalmente un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del Parque. En España surgieron en los años ochenta y la mayoría son centros de financiación pública nacional o autonómica, asociados a la Universidad.



Figura 11 Parques científicos en España. 2017

Fuente: atlasnacional.ign.es

Desde 1989 existe la [Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España \(APTE\)](#). «Asociación sin ánimo de lucro cuyo objetivo principal es colaborar, mediante la potenciación y difusión de los parques científicos y tecnológicos, a la renovación y diversificación de la actividad productiva, al progreso tecnológico y al desarrollo económico». «Actualmente cuenta con 58 miembros repartidos por toda la geografía española. 50 de ellos son parques **Socios**, es decir, plenamente operativos, 7 miembros Colaboradores y por último, 1 Socio de Honor. 22 de estos parques están promovidos por universidades y 44 universidades españolas colaboran con todos ellos. Estos parques albergaban a finales de 2021 a 8.145 entidades que facturaron 28.004 millones de euros. Estas empresas proporcionan empleo a 189.039 personas, de las que 38.223 se dedican a tareas de I+D».

2.18.Otras organizaciones del SECTI

2.18.1.La Agencia Estatal de Investigación (AEI)

La [Agencia Estatal de Investigación \(AEI\)](#) es un instrumento de financiación pública para las actividades de I+D+i. Es una organización que se ocupa de la asignación eficiente de los recursos públicos y el fomento de la colaboración entre los agentes del sistema para apoyar la generación de conocimiento de alto impacto científico y técnico, económico y social. Es responsable de la gestión de los programas, instrumentos y actuaciones en el marco de los Planes Estatales de Investigación e Innovación, de la

evaluación, el seguimiento de la gestión, el asesoramiento y la difusión y comunicación de los resultados de la investigación financiada por la Agencia, así como la gestión de las actuaciones de I+D financiadas con fondos europeos, los [Fondos FEDER](#), el [Fondo Social Europeo \(FSE\)](#) y actualmente como consecuencia de la problemática creada por la pandemia del COVID-19, el [Plan de Recuperación, Transición y Resiliencia \(PRTR\)](#). Para la obtención de subvenciones se realizan convocatorias de concurrencia competitiva en las que pueden participar organismos públicos, universidades públicas, centros públicos de I+D, centros tecnológicos y centros de apoyo a la innovación tecnológica, de ámbito estatal; entidades públicas y privadas sin ánimo de lucro; empresas y asociaciones empresariales.

La AEI ha definido 19 áreas temáticas que se dividen en 54 sub-áreas. Hay áreas de carácter científico-tecnológico (Biomedicina, biociencias y biotecnología; ciencias agrarias y alimentarias; ciencias y tecnologías medioambientales; ciencia y tecnologías de los materiales; ciencias y tecnologías químicas; energía y transporte; TICS; producción industrial; ingeniería civil e ingeniería para la sociedad; ciencias físicas y matemáticas). Hay también áreas con un carácter más humanístico y social (psicología, educación; historia y arqueología; filología, literatura y arte; mente, lenguaje y pensamiento; economía; derecho; ciencias sociales).

Las convocatorias se organizan por los programas y subprogramas de los Planes Estatales. Para el Plan Estatal PEICTI 2021-2023 el presupuesto total ascendió a 1.852.254.691€. La mitad de él se repartió entre las Comunidades Autónomas de Madrid y Cataluña.

2.18.2.El Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (CDTI)

[El Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación \(CDTI\)](#) es actualmente una Entidad Pública Empresarial (E.P.E.) de derecho privado lo que le permite ofrecer a las empresas agilidad y flexibilidad en sus servicios de apoyo al desarrollo de proyectos empresariales de I+D. Tiene como objetivo promover la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas¹³.

Canaliza las solicitudes de ayuda y apoyo a los proyectos de I+D+i de empresas españolas en los ámbitos estatal e internacional para contribuir a la mejora del nivel tecnológico de las empresas españolas. Concede ayudas públicas a la innovación en proyectos de I+D desarrollados por empresas, apoya la creación y consolidación de empresas de base tecnológica, gestiona y promueve la participación española en programas internacionales de cooperación tecnológica, así como la transferencia internacional de tecnología empresarial y de servicios de apoyo a la innovación tecnológica. Es el principal responsable del Programa Estatal para Catalizar la Innovación y el Liderazgo Empresarial. Tiene un papel importante en las Misiones Ciencia e Innovación, en las que las empresas lideran proyectos de investigación precompetitiva para producir soluciones a desafíos transversales y estratégicos de la sociedad española.

Fue fundado en el año 1977. A lo largo de su historia ha estado vinculado a diferentes Ministerios, pero siempre con competencia en I+D empresarial. En Julio de 2018 fue adscrito al Min. de Ciencia, Innovación y Universidades y después, en enero 2020 al Min de Ciencia e Innovación. El CDTI ha tenido siempre un importante papel en el apoyo al desarrollo de la industria española.

En 2021 movilizó un total de 1.940,50 millones de euros, de los cuales 603,20 fueron ayudas indirectas internacionales y 1.022,30 ayudas y subvenciones directas del CDTI.

13

https://es.wikipedia.org/wiki/Centro_para_el_Desarrollo_Tecnol%C3%B3gico_y_la_Innovaci%C3%B3n

Debe destacarse que en el ámbito espacial las empresas españolas lograron contratos por 278,8 millones de euros y que los contratos obtenidos en las Grandes Instalaciones Científicas (GICs) internacionales fueron por 192 millones de euros, lo que muestra el papel gestor del CDTI a nivel internacional. En este sentido hay que comentar que el CDTI tiene oficinas de 9 países (Japón, Bélgica, China, Corea, Marruecos, Chile, Brasil, EEUU, México). Su personal la Oficina de Madrid fue de 335 empleados al 31 de diciembre de 2021¹⁴.

2.18.3.La Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, F.S.P. (FECYT)

La [FECYT](#) es una fundación pública dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación, cuya misión es:

Catalizamos la relación entre la ciencia y la sociedad, impulsando el crecimiento de la cultura científica española y fomentando la transferencia de conocimiento a través de la divulgación, la educación, la formación, la información y el asesoramiento. Colaboramos con otros agentes y actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en la internacionalización de la ciencia española y la generación y análisis de datos, y damos soporte en la gestión de la información científica y de la ciencia en abierto. (FECYT)

Sus objetivos estratégicos se proponen impulsar una comunicación científica eficaz, ética y profesional entre la ciencia y la sociedad; apoyar un ecosistema de ciencia basado en información científica; fomentar la internacionalización de la ciencia, la innovación y la cultura científica española, así como la integración y aprovechamiento del Espacio Europeo de Investigación e Innovación. Ofrecen también asesoramiento para una toma de decisiones basada en datos, estudios y conocimiento científico.

Las preocupaciones y proyectos incluyen, entre otros temas, la cultura de la innovación y la participación de la ciudadanía en la ciencia y la innovación, estudios de tendencias y encuestas de percepción en CTI, el papel de la mujer en CTI, las relaciones entre arte ciencia y tecnología y la promoción y el asesoramiento científico.

En todos estos temas realiza publicaciones. Mantiene una plataforma de indicadores bibliométricos, de la producción científica española, su evolución y comparación con otros países. Gestiona las licencias de las dos principales bases de datos mundiales de referencias bibliográficas, publicaciones y citas (Web of Science y Scopus) y realiza encuestas sobre la [Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España](#).

2.18.4.Las Plataformas tecnológicas

[Las Plataformas Tecnológicas](#) son «estructuras público-privadas de trabajo en equipo lideradas por la industria, en las que todos los agentes del sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación interesados en un campo tecnológico trabajan conjunta y coordinadamente para identificar y priorizar las necesidades tecnológicas, de investigación y de innovación a medio o largo plazo. Su principal objetivo es conseguir los avances científicos y tecnológicos que aseguren la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento de nuestro tejido empresarial, alineando las estrategias de los diferentes agentes y concentrando los esfuerzos de I+D+I»

2.18.5.Los Centros Tecnológicos y Centros de Apoyo a la Innovación Tecnológica

[Los Centros Tecnológicos \(CT\)](#) son organismos de investigación privados sin ánimo de lucro con recursos materiales y humanos propios para realizar actividades para generar conocimiento tecnológico y nuevas iniciativas empresariales incluyendo actividades de I+D+I y desarrollando su aplicación para mejorar la competitividad de las empresas y su

¹⁴ https://www.cdti.es/recursos/publicaciones/archivos/8906_32322023144429.pdf

contribución al desarrollo económico de su entorno. Actúan como socios estratégicos de las empresas y son un enlace ágil y eficaz de apoyo a la I+D+i dirigidas específicamente al sector productivo. Sus actividades han sido esenciales para el desarrollo tecnológico e industrial de las PYMES españolas.

2.18.6. Los Centros de Apoyo a la Innovación Tecnológica (CAIT)

Son centros de ámbito estatal creados para facilitar la aplicación del conocimiento generado en los organismos de investigación y los centros tecnológicos, prestando servicios de apoyo entre estos y las empresas. Ambos tipos de centros deben registrarse formalmente y a partir de ahí se ha creado un Directorio para que se pueda consultar lo que pueden ofrecer. La importancia de estos centros está altamente reconocida en el Sistema Español de Innovación. Es así que el CDTI maneja el Programa Cervera¹⁵ con la finalidad de fortalecer a los Centros Tecnológicos que desarrollan investigación aplicada en España.

2.18.7. La Federación Española de Centros Tecnológicos (FEDIT)

Desde el año 1996 existe una [Federación Española de Centros Tecnológicos \(FEDIT\)](#), que agrupa a 43 centros que cuentan con 8.700 profesionales y 1.300 doctores, dando servicios a 27.000 empresas cliente en 5.000 proyectos y generando unos ingresos del orden de 600 millones de euros. FEDIT se considera ser «uno de los principales agentes dinamizadores de I+D+i del país y un importante aliado de la industria en su estrategia competitiva e internacionalización».

Entre los principales servicios que ofrecen los Centros Tecnológicos integrados en FEDIT destacan la investigación y el desarrollo tecnológico, el asesoramiento para la innovación, servicios tecnológicos como homologaciones y certificaciones, y la difusión tecnológica. Actúan como asesores y agentes al servicio de la política tecnológica, impulsando acciones conjuntas e intercambio de conocimientos y experiencias y cooperando activamente en el fortalecimiento, eficacia y coordinación del SECTI y las empresas.

El Presidente del FEDIT, Carlos Calvo Orosa, afirmaba en una entrevista que le hizo el diario El Mundo el 27 de febrero de 2020 que los Centros Tecnológico tienen un papel fundamental para que la innovación tecnológica tenga éxito en la empresa y que para las PYMES son una oportunidad para acceder a recursos de investigación e innovación que no podrían tener individualmente. Debido a su proximidad al mercado los Centros Tecnológicos permiten acelerar la transformación del conocimiento en valor de mercado. Indicó que anualmente trabajan con más de 20.000 empresas prestando servicios de investigación, desarrollo, innovación, transferencia de conocimiento, prospectiva tecnológica, acceso a instrumentos de financiación. (FEDIT, 2020)

Según COTEC, el 30% de la actividad innovadora de las empresas en España proviene de los Centros Tecnológicos. Éstas atribuyen al trabajo que desarrollan los Centros¹⁶.

2.18.8. El sistema de gobernanza estratégica del SECTI

El Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI) está integrado por el conjunto de agentes públicos y privados de coordinación, de financiación y de ejecución y sus relaciones, estructuras, medidas y acciones para la promoción, desarrollo y apoyo a la política de I+D+I en España y al Ministerio de Ciencia e Innovación. A continuación se indican cuáles son esas organizaciones y su papel.

2.18.9. La Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación (EECTI)

[La Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación \(EECTI\)](#) es la que rige el funcionamiento formal del SECTI. Tiene una duración de seis años y busca maximizar

¹⁵ <https://www.cdti.es/index.asp?MP=100&MS=884&MN=2>

¹⁶ <https://fedit.com/innovacion-y-empresa/>

la coordinación entre la planificación y la programación estatal y autonómica. Facilita la articulación de las políticas nacionales de I+D+i con los programa de la UE para CTI. En la EECTI se precisan los objetivos y las líneas estratégicas que deben seguir los organismos públicos y el monto de las inversiones previstas para las diversas acciones. Actualmente está vigente la EECTI 2021-2027., que sucedió a la EECTI 2013-2020. A partir de la EECTI se establecen los Planes Estatales de Investigación Científica, Técnica y de Innovación (PEICTI) que tienen una duración de tres años. Y han venido sucediendo regularmente al I Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, establecido en la ley de la Ciencia de 1986. Hasta ahora se han aprobado Leyes de la Ciencia en 1986, 2011 y 2020. Cada ley da origen a una Estrategia y esta a los Planes, el próximo ya en elaboración será el X Plan PEICTI2024-2027.

2.18.10.El Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación (CPCTI)
[El Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación \(CPCTI\)](#) es el órgano de coordinación general de la Administración General del Estado (AGE) y las Comunidades Autónomas (CCAA). Entre sus funciones más destacadas elabora, en coordinación con el Ministerio de Ciencia e Innovación, e informa las propuestas de Estrategia (EECTI) y establece los mecanismos de evaluación, conoce los Planes Estatales (PEICTI) y los de las CCAA para el desarrollo de la Estrategia (EECTI) y vela por el uso más eficiente de los recursos y los medios disponibles, aprueba criterios de intercambio de información entre la AGE y las CCAA y promueve actividades conjuntas entre ellas.

2.18.11.El Consejo Asesor de CTI (CACTI)
[EL CACTI](#) es el órgano de participación de la comunidad científica y tecnológica y de los agentes económicos y sociales en relación con la ciencia, la tecnología y la innovación. Asesora al Ministerio de Ciencia e Innovación en la preparación de la EECTI y de las propuestas del Plan Estatal PEICTI y a los otros organismos. Hace propuestas de objetivos y de modificaciones sobre ambos, EECTI y PEICTI. La composición de sus doce (12) miembros es la siguiente: siete (7) representantes de la comunidad CTI, que deben ser personas altamente calificadas, normalmente provenientes de candidatos propuestos por las universidades, un (1) representante por la Conferencia de Rectores de las Universidades de España (CRUE), otro representante por la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE), otro representante por la Confederación de Pequeñas y Medianas Empresas (CEPYME), otro por cada una de los sindicatos obreros más grandes (Unión General de Trabajadores- UGT, y Comisiones Obreras- CCOO).

2.18.12.El Comité Español de Ética de la Investigación (CEEI)
[El CEEI](#) es un órgano colegiado, independiente y de carácter consultivo sobre materias relacionadas con la ética profesional en la investigación científica y técnica. Las personas que forman parte del Comité serán nombradas por la Presidencia del CPCTI, la mitad a propuesta de la AGE y la otra mitad a propuesta de las CCAA. Será interdisciplinaria y los miembros deberán tener reconocimiento internacional y una trayectoria reconocida y experiencia en integridad científica, investigación y ética en investigación científica y técnica.

2.18.13.La Red de Políticas de I+D+i (RedIDI)
[La RedIDI](#) surge en el año 2020 para la coordinación estratégica multinivel entre las CCAA y la AGE para facilitar la coordinación y participación de todos los agentes implicados en el ámbito del SECTI, así como en los Fondos del Desarrollo Europeo, el más antiguo, el Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (FEDER) y el actual el Plan de recuperación, Transición y Resiliencia (PRTR).

Otras acciones recientes que complementan el sistema de gobernanza para darle el mayor dinamismo y efectividad al SECTI y a la Estrategia EECTI son:

2.18.14.El Pacto por la Ciencia y la Innovación

[El Pacto por la Ciencia y la Innovación](#) es un documento que fue reclamado desde hace mucho tiempo para garantizar que hubiese acuerdo entre las diferentes fuerzas políticas para asegurar que se valoraba la importancia de la ciencia y la continuidad de acciones a favor del desarrollo científico y tecnológico de España. Finalmente fue firmado por organizaciones representativas de la ciencia, la universidad, la empresa y los trabajadores. Este documento refleja el acuerdo de la sociedad civil sobre el papel de la ciencia y la innovación en España. A fecha de 15 de junio de 2022, ya eran 86 las entidades que habían firmado el Pacto por la Ciencia y la Innovación.

Este Pacto compromete a los siguientes puntos:

- Recursos: Una financiación acorde con las prioridades del país.
- Sistema: Autonomía y coordinación de las entidades financiadoras de I+D+I.
- Personas: Incorporación, recuperación y consolidación del talento científico e innovador.

2.18.15.El Plan de Choque por la Ciencia y la Innovación

[El Plan de Choque por la Ciencia y la Innovación](#) fue presentado el 9 de junio de 2020 por el Gobierno de España con el objetivo inicial de contribuir a que la ciencia y la tecnología liderasen soluciones a la crisis del COVID 19, así como para lograr que se generen industrias y empresas competitivas de alto valor añadido. El plan incluyó 17 medidas en torno a tres ejes:

- EJE 1: Investigación e innovación en salud.
- EJE 2: Transformación del sistema de ciencia y atracción y retención de talento.
- EJE 3: Impulso a la I+D+i empresarial e industria de la ciencia.

Este Plan contempló inversiones por 1.056 millones de euros, a los que había que sumar 508 millones de euros en préstamos en condiciones ventajosas a empresas innovadoras, a partir de los nuevos instrumentos de promoción de la I+D+I privada .

2.18.16.El Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI)

[El Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación \(SICTI\)](#) se creó en 2011 y depende del Ministerio de Ciencia e Innovación. Es el instrumento de captación de datos y análisis de todo lo que se financia en CTI desde los organismos públicos y de las ayudas que se conceden para proyectos, recursos humanos, centros, infraestructuras y equipamientos, etc. Incluye información de las entidades beneficiarias y los investigadores, además de los proyectos que se financian con fondos europeos.

Asimismo, se dispone de información bibliométrica, de patentes y otras formas de protección de resultados, de licencias y contratos en el ámbito de I+D+I. El SICTI asegura que se disponga de los indicadores necesarios para llevar a cabo el seguimiento y la evaluación de las políticas públicas de I+D+I, sus resultados e impacto, así como la eficiencia y eficacia de dichas políticas. Permite además tener identificados a los distintos agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI), tanto financiadores como ejecutores de I+D+I, así como a las entidades de gestión y promoción de la innovación.

La información es imprescindible para poder evaluar cómo va el desarrollo de cualquier empresa, sector o país. Por eso ante la importancia del desarrollo CTI hay que prestar gran atención a la organización y puesta en funcionamiento del manejo de información que se va generando en las actividades relacionadas con el funcionamiento y los resultados del Sistema Español de CTI. Para conocer cómo España avanza en el desarrollo de la CTI se han identificado cuatro instituciones cuyo papel es necesario

comentar, el SICTI, el Instituto Nacional de Estadística (INE), COTEC y la Fundación para el Conocimiento Madri+d. No son los únicos porque también los diferentes organismos del SECTI recogen y analizan datos para poder controlar sus gestiones y enmarcarlas en los planes nacionales.

2.18.17.El Instituto Nacional de Estadística (INE)

[El INE](#) es un organismo autónomo de carácter administrativo que está adscrito al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Es la institución oficial con funciones de producción y coordinación de la Estadística española. El INE tiene ya más de 75 años, porque en 1870 se creó el Instituto Geográfico y Estadístico, precedente directo del INE.

La Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D) es muy detallada, sigue los planteamientos del Manual de Oslo e incluye anualmente información sobre los siguientes aspectos generales:

- [Encuesta sobre innovación en las empresas](#)
- [Encuesta sobre recursos humanos en ciencia y tecnología](#)
- [Estadística sobre las actividades de \(I+D\)](#)
- [Estadística sobre uso de Biotecnología](#)
- [Indicadores de alta tecnología](#)

Esta estadística tiene como principal objetivo medir los recursos económicos y humanos destinados a investigación por todos los sectores económicos en que se divide la economía (empresas, administraciones públicas, enseñanza superior e instituciones privadas sin fines de lucro) con el fin de:

Facilitar un instrumento para la gestión, planificación, decisión y control en materia de política científica nacional.

Proporcionar a los organismos estadísticos la información que solicitan, obtenida con arreglo a normas internacionales que permiten la comparabilidad entre los diversos países.

Algunos resultados producidos por el INE

[Estadística sobre actividades de I+D](#) Año 2021

Estas estadísticas incluyen datos más detallados sobre el número de investigadores por millón de habitantes por edad, gastos y personal en I+D por comunidades autónomas, gastos en I+D interna por años y sectores y en la Administración Pública, así como en relación con el PIB por años y sectores.

El gasto en I+D interna alcanzó los 17.249 millones de euros en 2021, el 1,43% del PIB. En términos per cápita, el gasto en I+D interna se situó en 363,66 euros por habitante.

Valor Gastos en I+D interna¹ 17.249.250

Personal empleado². Total 249.474

Investigadores². Total 154.125

¹ Miles de euros

² Personas en equivalencia a jornada completa

[Encuesta sobre innovación en las empresas](#). Año 2020

La Encuesta sobre innovación en las empresas tiene como principal objetivo, ofrecer información directa sobre el proceso de innovación en las empresas, elaborando indicadores que permitan conocer los distintos aspectos de este proceso (impacto económico, actividades innovadoras, coste, etc.). Este estudio, aparte de proporcionar una información rica y variada sobre el proceso de innovación, puede servir de marco base para diversos estudios específicos sobre otros aspectos relacionados con la ciencia

y tecnología (como utilización de tecnología punta en la fabricación, pagos e ingresos tecnológicos, estudios sobre patentes, etc.).

Gasto en actividades innovadoras y empresas innovadoras - Año 2020

Valor Gasto en actividades innovadoras en miles de euros 17.074.397

Porcentaje de empresas innovadoras 22,6

Porcentaje de empresas con innovaciones de producto 12,6

Porcentaje de empresas con innovaciones de procesos de negocio 19,9

Estadística sobre el uso de biotecnología Año 2021

El gasto en actividades de I+D interna en Biotecnología fue de 2.270 millones de euros, lo que supuso el 13,2% del gasto total en actividades de I+D interna. El personal en equivalencia a jornada completa dedicado en 2021 a las actividades de I+D interna en biotecnología fue de 32.901,7, el 13,2% del personal total en actividades de I+D interna.

Indicadores de alta tecnología Año 2021

Los Indicadores de alta tecnología se obtienen como estadística de síntesis con la finalidad de proporcionar datos sobre los sectores y productos considerados de alta tecnología (sectores industriales o de servicios) según el criterio de la metodología propuesta por la OCDE. Para las ramas de actividad ofrece indicadores de I+D e innovación, tales como: gastos, personal, ocupados, cifras de negocios, valor de la producción, valor añadido, número de empresas, intensidad en innovación. Para los productos de alta tecnología proporciona el valor de la producción, de las importaciones y de las exportaciones. Los principales indicadores se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales indicadores de alta tecnología –Año 2021

Principales indicadores de alta tecnología - Año 2021		
	Valor	Variación
Cifra de negocios del total de empresas (Incluye los Sectores manufactureros de alta y media-alta tecnología y los servicios de alta tecnología) *	1 285.936	--
Personas ocupadas en empresas de alta tecnología	2 1.499,0 	6,8 
Gasto en I+D en empresas de alta tecnología *	1 6.702	--
Valor de la producción de bienes de alta tecnología	1 11.365 	13,3 
Exportaciones de productos de alta tecnología	1 22.360 	39,6 
Importaciones de productos de alta tecnología	1 38.688 	28,6 

Variación: porcentaje sobre el año anterior.
 * Resultados por Empresa Estadística
 1. Millones de euros
 2. Miles de personas

Fuente: INE

2.18.18. La Fundación COTEC para la innovación

[La Fundación COTEC](#) es una organización privada sin ánimo de lucro cuya misión es promover la innovación como motor de desarrollo económico y social. Fue fundada en 1992, por iniciativa de un grupo de empresarios, pero que respondieron a una sugerencia del rey Juan Carlos I. Los fines y actividades determinados el fundador: «Contribuir a que la sociedad española sea más sensible a los valores de investigación científica y tecnológica y a que las empresas españolas sean más propensas a la adopción de innovaciones». COTEC cuenta con cerca de 100 Miembros, entre empresas privadas y administraciones de los ámbitos regional y local. S.M. el Rey Felipe VI es el Presidente de Honor. Desde 2001 existe además COTEC Italia, y desde 2003, COTEC

Portugal, que confieren un carácter internacional al impulso a la innovación que promueve COTEC, pero que no dependen de COTEC-España.

La Fundación COTEC se distinguió desde 1990 por realizar una intensa labor al servicio de la innovación tecnológica entre las empresas españolas. En el cumplimiento de esa misión, COTEC destacó principalmente en dos actividades: servir de observatorio de la I+D+i en España, y proporcionar análisis y consejos en materia de innovación, tecnología y economía. Una de las actividades iniciales fue publicar en su página web un inmenso conjunto de libros relacionados con la innovación, muchos de ellos traducciones de libros clásicos en esta materia. Eso fue creando la comprensión de lo que significaba la innovación, sus componentes, sus teorías y prácticas. Una forma de divulgación y creación de ambiente y conocimientos básicos en este campo. Haber tenido acceso a esa información motivó mi venida a España en 2010.

El libro verde y el libro blanco sobre la innovación fueron puntos de partida en los que se concretaron definiciones y diagnósticos de la situación de la innovación en España- le sucedieron los informes anuales, que se han venido publicando religiosamente desde 1996. Su independencia como organización privada, su seriedad y rigor en la preparación de estadísticas ha hecho que sus informes sean una herramienta de trabajo indispensable, que además está complementada por los análisis y opiniones de un grupo de expertos en múltiples aspectos específicos de este campo.

En 2015 COTEC decidió ampliar sus retos para convertirse en un verdadero agente de cambio que contribuya al desarrollo de la economía y la sociedad española partiendo de una definición más ambiciosa del concepto de innovación: «Innovación es todo cambio (no solo tecnológico) basado en conocimiento (no solo científico) que genera valor (no solo económico)», con lo que se abre más hacia la sociedad para ver sus efectos de manera integral.

Conozcamos cuáles son sus principales actividades.

[Anuario de Informe COTEC](#). Se viene publicando desde 1996, refleja la evolución histórica de la I+D+I en España, a través del análisis de los principales indicadores nacionales, autonómicos e internacionales.

[Informe COTEC](#) El Observatorio de Informe COTEC se mantiene abierto de manera permanente y sirve para actualizar en tiempo real la información disponible sobre temas que parecen estratégicos. En la actualidad incluye nueve áreas diferenciadas: Evolución de la I+D, Indicador Adelantado de COTEC, Tablero Europeo de Innovación, Ejecución Presupuestaria de la I+D Pública, Empresas Gacela, Percepción Social de la Innovación, Economía Intangible, Economía Circular y Mapa de Talento Autonómico.

[Los Proyectos](#). En COTEC se cumple con la misión de promover la innovación como motor de desarrollo económico y social a través de proyectos. Un proyecto de COTEC puede nacer del Programa de Innovación Abierta (una convocatoria competitiva que lanzamos cada dos años), de los Grupos de Trabajo (que nacen a propuesta de miembros de COTEC), de colaboraciones con miembros de la Fundación, de alianzas con organizaciones externas, o bien de iniciativas del comité de dirección. Los proyectos de COTEC estudian e impulsan las tres grandes transiciones sociales y económicas de nuestro tiempo: de lo lineal a lo circular, de lo analógico a lo digital, de lo material a lo intangible. En la apuesta de COTEC por la sociedad del conocimiento, los proyectos relacionados con el sistema de I+D+I y la educación protagonizan buena parte de su actividad. Hay actualmente cuatro áreas en las que se clasifican los proyectos: conocimiento, educación, digitalización y sostenibilidad. En la página web de [COTEC-Proyectos](#) se pueden consultar los distintos proyectos

[Los Imperdibles](#) son los eventos insignia de la Fundación COTEC, diseñados para acercar la innovación a todo tipo de públicos. La idea de estos eventos especiales,

irrepetibles y coleccionables nació en 2016 con una primera entrega dedicada a la música, la tecnología, la creatividad, la experimentación y el arte. #Imperdible_01 Día de la innovación. 02. La innovación en el mundo del fútbol. 03. El futuro de las ciudades. 04. El desarrollo de una sociedad sostenible e igualitaria (ODS)

[La cumbre de COTEC Europa](#) reúne cada año a los jefes de Estado de España, Italia y Portugal, los tres países en los que existe COTEC.

[El programa PIA](#) de COTEC es una convocatoria de proyectos de innovación que tiene el doble objetivo de ayudar a construir una sociedad cada vez más innovadora y responder, desde la innovación, a los grandes retos a los que se enfrenta hoy la sociedad. Adicionalmente se pueden consultar también las [Noticias](#) y [Videos](#) varios preparados por COTEC.

[Los 100 de COTEC](#) es una red de expertos que se expresan en español, procedentes de múltiples áreas del conocimiento, preparados para analizar los grandes retos sociales, económicos y tecnológicos que afronta la innovación.

2.18.19. Fundación para el Conocimiento madri+d

[La Fundación para el Conocimiento madri+d](#) es una iniciativa del Gobierno de la Comunidad de Madrid creada en 2002 para hacer de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación y la calidad de la Educación Superior los elementos clave de la competitividad y el bienestar de los ciudadanos de la región de Madrid. Inicialmente se les encargó gestionar el Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica y en 2014 fueron designados como órgano competente para la evaluación del Sistema Universitario madrileño. Se ocupan regularmente de la divulgación del conocimiento científico para acercar la cultura científica a la sociedad, fomentando las vocaciones científicas entre los estudiantes madrileños.

En la Fundación Madri+d se trabaja con la totalidad de las universidades y organismos públicos de investigación de la Comunidad de Madrid, así como con empresas y emprendedores de base tecnológica de Madrid, con el objetivo de contribuir a articular un ecosistema regional innovador basado en el conocimiento eficiente e integrado en la Unión Europea.

Una de sus actividades más conocidas son sus publicaciones.

[La colección Madri+d](#) ya ha publicado 37 números que tratan muy variados temas, desarrollados por expertos.

[Los «Emprendedores»](#) es otro área de trabajo. Presenta un cuadro completo y detallado sobre el ecosistema en la región de Madrid. Los «Ecosystems Reports (años 2020,2021, 2022) » ofrecen datos (métricas) acerca de las características de los empleos que generan, el financiamiento y La facilidades para su desarrollo, incubadoras y aceleradoras. También el «Startups Radar Madrid – Venture Capital and Investments», un análisis comparativo de las posibilidades de financiamiento de las startups y los «Industry Reports» en los que se muestran cuáles son los diferentes factores y desafíos en campos tecnológicos específicos de importancia actual, así como las oportunidades, entidades de apoyo, empleos generados, tipos de modelos de negocio, de productos y servicios.

Los [Informes de Vigilancia Tecnológica](#). La Vigilancia Tecnológica tiene como objetivo facilitar la información y la comprensión de los escenarios tecnológicos en los que van a tener que competir las empresas en el futuro, para que así puedan adelantarse a los cambios que se van a producir mundialmente. Esta colección comenzó en el año 2005 y ya se han producido 20 informes en distintos campos, en cuya preparación participan investigadores especializados en esos temas, empresas, asociaciones científicas y tecnológicas y asociaciones empresariales. Los temas han sido muy variados, desde «La aplicación de biosensores en la industria agroalimentaria» en el

primer número, hasta «Internet del futuro: visión y estrategias implicadas» En el número 20 del año 2009. Otros temas han sido: Green IT, Alzheimer, biogás, nutrigenómica, RFID en salud, nanotubos de carbono, hogar digital, recuperación de suelos contaminados. nanomedicina, biocarburantes líquidos.

2.18.20.Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)

[Las OTRI](#) son las organizaciones españolas de interfaz, o estructuras de interrelación (EDI), que actúan como intermediarias en el sistema ciencia-tecnología-empresa, para dinamizar la cooperación así como la valorización y transferencia de tecnología y resultados de investigación entre los grupos de investigación, el sector productivo y a la sociedad en su conjunto. Mediante la [RedOTRI](#) se relacionan a las universidades y centros de investigación con los otros agentes del SECTI, especialmente con las empresas,

Las OTRI asumen una serie de funciones administrativas, trámites y actividades de promoción y mercadeo para no cargar al investigador en la oferta de su producción intelectual y práctica. Algunas de las actividades asumidas por las OTRI son: apoyo a los investigadores para la preparación y presentación de proyectos de I+D+i a convocatorias nacionales o internacionales, para preparar contratos, informes y presentaciones, para la prestación de servicios técnicos, ofrecer consultoría, ensayos, tramitación de patentes. Además otra actividad muy apreciada de las OTRI ha sido los cursos que han ofrecido para dar a conocer a los interesados cuales son las diferentes herramientas de transferencia a su alcance.

Nacieron en 1988 como estructuras para fomentar y facilitar la cooperación en actividades de I+D entre investigadores y empresas, tanto en el marco nacional como europeo. Años más tarde, por Orden de 16 de febrero de 1996, publicada en el B.O.E. de 23 de febrero, se les otorgó carácter oficial con la creación de un Registro Oficial de OTRI en la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología¹⁷. Actualmente la RedOTRI Universidades está compuesta por las unidades de transferencia de 70 universidades españolas, así como de organismos públicos de investigación y otras entidades que desean asociarse a la red en calidad de miembros asociados (26 asociados, entre ellos, el CSIC, el CIEMAT, otros Institutos de Investigación, Fundaciones y redes).

Un ejemplo que muestra el papel y los beneficios de las OTRI lo ofreció la Universidad de Zaragoza cuando su OTRI una de las primeras que fue creada en 1989 cumplió 30 años. Indicaba que se había consolidado como motor de transferencia de conocimiento tecnológico, dinamizador de la I+D+i, ya que habían tenido más de 10.000 clientes, 387 millones de euros captados y un total de 56 empresas «spinoff» y «startups» creadas¹⁸. Actualmente algunas universidades han desarrollado su propia organización independiente para la gestión de la transferencia de conocimientos y la creación de empresas derivadas (EBT, spinoff y startups)

2.18.21.Más organizaciones relacionadas con CTI en España.

El desarrollo del Sistema Español de Innovación a lo largo de los años, ha constituido una red mucho más amplia que la reseñada anteriormente, sobre todo en las páginas de las organizaciones gubernamentales. A medida que se iban desarrollando actividades y planes para el desarrollo científico y tecnológico de España se fue despertando el interés profesional y empresarial por sumarse y desarrollarse en actividades relacionadas con

¹⁷https://es.wikipedia.org/wiki/Oficina_de_Transferencia_de_los_Resultados_de_la_Investigaci%C3%B3n

¹⁸ <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2019/12/05/la-otri-de-la-universidad-de-zaragoza-cumple-30-anos-la-aventura-de-la-transferencia-1347383.html>

este área. Muchos estudiosos relacionados con el Gobierno y de las universidades fueron formándose y conociendo lo que se hacía en países más avanzados, lo que proponían los organismos internacionales para desarrollar políticas apropiadas. Hoy día son muy numerosas las actividades que hacen distintas organizaciones, las pequeñas empresas que se han ido creando en temas relacionados con el desarrollo científico, tecnológico e innovador. En mi libro anterior sobre mi pasantía de investigación sobre la innovación en España en el año 2010 cité algunas de las organizaciones con las que tuve contacto, en Universidades, Cámaras empresariales, Asociaciones y Empresas consultoras. Hoy día después de 13 años el número y su diversidad ha seguido creciendo por lo que no será posible estudiarlas en detalle en este trabajo. Pero no puedo dejar de referirme a:

2.18.22. La Asociación Española de Normalización (UNE)

[La UNE](#) se distingue por su esfuerzo en emitir normas para facilitar la gestión de la innovación. UNE es el único organismo español de normalización y representa a España en los organismos internacionales (ISO/IEC) y europeos (CEN/CENELEC). Fue creado en 1925 como Asociación Española de Normalización. [Las Normas UNE 166000](#) sobre gestión de I+D+i se establecieron por primera vez en 1999 con la finalidad de integrar normas técnicas en los proyectos de investigación e innovación.

En 2002 publicaron las primeras normas experimentales en el campo de la I+D+i:

- (UNE 166000-UNE 166001 – UNE 166002) sobre terminología, definiciones de I+D+i, requisitos de un proyecto de innovación y de un sistema de gestión y a lo largo del tiempo se ha ido actualizándolas. Estas normas están dedicadas a apoyar la optimización de la gestión de I+D+i.
- UNE 166000:2002 - Gestión de la I+D+I: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+I. El objeto de esta norma es establecer la terminología y definiciones que se utilizan en el ámbito de las normas desarrolladas sobre I+D+i.
- UNE 166001:2006 - Gestión de la I+D+I: Requisitos de un proyecto de I+D+I. En ella se establecen los requisitos relativos a la planificación, organización, ejecución y control de proyectos de I+D+i incluyendo la justificación de la necesidad, la planificación y programación de actividades, recursos y calendarios, el establecimiento de una estructura organizativa del proceso, el análisis de riesgos, el presupuesto y cómo realizar el seguimiento y el plan de explotación de los resultados.
- UNE 166002:2021 - Gestión de la I+D+I: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+I. Aquí se determinan los requisitos que debe cumplir el sistema de gestión de I+D+i. la definición de procedimientos, política, actividades, el establecimiento de un modelo de proceso de I+D+i (secuencia de actividades, métodos y criterios), la definición de una política, el establecimiento e unidades de gestión. La obtención y organización de recursos y los métodos de evaluación y mejora.
- UNE 166006:2018 - Gestión de la I+D+I: Sistema de vigilancia e inteligencia. Permite realizar, de manera sistemática, la observación y búsqueda de señales de cambio y novedades para convertirlas en conocimiento para la toma de decisiones, el seguimiento y la explotación de los resultados. Proporciona una terminología común y ayuda a clarificar roles y compromisos con prestatarios internos y externos y sus clientes en la organización.
- UNE 166008:2012 - Gestión de la I+D+I: Transferencia de tecnología. Esta norma tiene por objeto establecer requisitos para la realización de la transferencia de tecnología proveniente de actividades de I+D+i o necesaria para

el desarrollo de éstas, incluyendo la identificación de los activos susceptibles de ser transferidos, la determinación de su valor razonable y la formalización de la transferencia, en cualquiera de sus modalidades (cesión, licencia de uso, consultoría, estadía, etc.), de activos esencialmente intangibles (patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, planos, fórmulas, software, know-how, prototipos, material biológico, etc.), entre distintos agentes, ya sean públicos o privados. Fue la primera norma que se publicó en todo el mundo sobre esta materia.

[La Organización Internacional de Normalización \(ISO\)](#) en 2013 creó el grupo de trabajo WG ISO/TC279. La International Organization for Standardization (ISO), ha venido trabajando arduamente desde el 2019 en la creación de la familia de [Normas ISO 56000](#)¹⁹.

Las normas ISO que ya están publicadas:

UNDER DEVELOPMENT INTERNATIONAL PUBLICATIONS

STANDARD AND/OR PROJECT UNDER THE DIRECT RESPONSIBILITY OF ISO/TC 279 SECRETARIAT

[ISO/AWI 56001](#)

Innovation management — Innovation management system — Requirements

[ISO/AWI 56007](#)

Innovation management — Tools and methods for idea management — Guidance

[ISO/AWI 56008](#)

Innovation management — tools and methods for innovation operation measurements — Guidance

[ISO/WD TS 56010](#)

Innovation management - Illustrative examples of ISO 56000

Y en proceso de elaboración:

UNDER DEVELOPMENT INTERNATIONAL PUBLICATIONS

STANDARD AND/OR PROJECT UNDER THE DIRECT RESPONSIBILITY OF ISO/TC 279 SECRETARIAT

[ISO/AWI 56001](#)

Innovation management — Innovation management system — Requirements

[ISO/AWI 56007](#)

Innovation management — Tools and methods for idea management — Guidance

[ISO/AWI 56008](#)

Innovation management — tools and methods for innovation operation measurements — Guidance

[ISO/WD TS 56010](#)

Innovation management - Illustrative examples of ISO 56000

Las normas UNE fueron publicadas y utilizadas antes de que la ISO emitiera esas normas.

2.18.23.AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)

[AENOR](#) es otra organización importante en el manejo de las Normas UNE. Fue creada en 1986. En sus primeros años estableció la infraestructura básica para la certificación de productos. Actualmente cumple funciones de certificación, formación, inspección, validación y verificación. Desde 1989 comenzó a certificar sistemas de gestión de la calidad según la Norma UNE-EN ISO 9001. Actualmente hay vigentes cerca de 21.500 certificados de sistemas de gestión emitidos por AENOR en diferentes campos. En

¹⁹ Fuente: https://unece.org/sites/default/files/2022-06/de_Casanove_Introduction_UNECE.pdf

relación con la certificación de las actividades de I+D+i permite sistematizarlas para que las organizaciones que las realizan puedan beneficiarse de importantes deducciones fiscales, reducir la incertidumbre y aumentar su eficiencia en la gestión. AENOR es la responsable de emitir una certificación a las organizaciones por la correcta utilización de las distintas normas de UNE, lo que les permite el uso de la Marca AENOR para cada tipo de certificación y solicitar el informe motivado para tener acceso a deducciones fiscales. AENOR realiza también la certificación de personal investigador para poder acceder a las bonificaciones del 40% sobre la cuota patronal a la Seguridad Social del personal (ingenieros y licenciados, ingenieros técnicos, peritos y ayudantes titulados, jefes de taller y ayudantes titulados) que se dedique en exclusiva a actividades de I+D+i. AENOR también certifica como innovación tecnológica los prototipos de muestrarios, con cuya aprobación se puede también solicitar deducciones fiscales. Con la certificación de la norma sobre transferencia de tecnología las organizaciones pueden beneficiarse del incentivo económico conocido como «Patent Box», que consiste en una minoración del 50% en la base sobre los beneficios obtenidos por la cesión temporal de activos intangibles. AENOR certifica también a las PYMES Innovadoras, con la Norma AENOR EA 0047, lo cual les da acceso al Registro Público de PYMES Innovadoras, facilitando la bonificación del 40% de los aportes empresariales a la Seguridad Social del personal investigador y a la deducción del 42% de los gastos en I+D+i del Impuesto sobre Sociedades. Igualmente existe una norma, la AENOR EA0043, para certificar a la Joven Empresa Innovadora, con los mismos resultados que para las PYMES Innovadoras, pero en este caso la empresa debe definir su estrategia de innovación e identificar las principales actuaciones a realizar en materia de I+D+i, desarrollando un plan de formación y un plan de negocio. Otras organizaciones privadas con las que eventualmente tuve contacto y pueden ser ejemplo de muchas otras semejantes en España y que animan de manera muy útil el Sistema Español de Innovación son:

2.18.24. La Fundación KIMbcn (Knowledge Innovation Market Barcelona)

[La Fundación KIMbcn](#) nació en 2007 y sigue plenamente activa. Fue fundada por la [Cámara de Comercio de Barcelona](#) y el [Centro Tecnológico Leitat](#). Es una fundación público-privada cuyo fin es estimular la economía del conocimiento en España y fomentar la Innovación Abierta a través de la prestación de servicios especializados relacionados con la evaluación del nivel tecnológico de las empresas, la aplicación o transferencia de tecnología, la colaboración y desarrollo de proyectos conjuntos con otros agentes (universidades, centros de investigación, parques tecnológicos, administraciones públicas, etc.) y la divulgación de tecnologías científicas emergentes, en conexión con las instituciones nacionales y extranjeras más destacadas en la investigación y desarrollo. Está concebida como un *think tank* o laboratorio de ideas, y se ha convertido en un referente en la impartición de formación sobre transferencia de tecnología y la divulgación de buenas prácticas en la gestión de la innovación. Colabora también en la organización de exposiciones, conferencias coloquios, cursos y seminarios y la elaboración, edición, publicación y venta de libros, revistas y material audiovisual y multimedia. Actualmente tiene oficinas en Madrid, Barcelona, Vigo y Santiago de Chile. Con una red internacional sólida y consolidada, KIM creó en 2013 The Knowledge Agents Alliance (KAA), una alianza presente de forma estable en cinco países a través de sus socios colombianos, chilenos, norteamericanos, suizos y españoles.

2.18.25. Fundación Innovación Bankinter

La [Fundación Innovación Bankinter](#) es una organización sin ánimo de lucro, creada en el año 2003 para anticipar las grandes tendencias en innovación para transformar la sociedad y generar impacto, valor económico y social. Lo realiza por medio de varios programas:

- El «Think Tank» Future Trend Forum que trata de vislumbrar cómo será el mundo del mañana anticipando las tendencias que lo definirán. Reúne a referentes internacionales para analizarlas, anticipar y compartir el conocimiento que permitirá transformar la sociedad a través de la innovación. En línea se puede acceder y descargar los estudios preparados, entre los que se encuentran: Quantum Computing e Inteligencia Artificial; Mundo Net Zero, El futuro del trabajo, La comida del futuro, Neurociencia, Comercialización del espacio, Ciudades disruptivas, Ciberseguridad, Longevidad, Salud digital y otros.
- Megatrends presenta anualmente las 10 tendencias de innovación con mayor potencial para definir el futuro.
- Akademia ofrece cursos en línea a estudiantes universitarios inquietos y proactivos que quieran sentar las bases de su propio futuro profesional en innovación sostenible.
- Startups acompaña a los emprendedores desde la provisión de herramientas hasta el acceso a inversión de capital de riesgo.
- Scaleup Spain Network es una red de colaboración entre los fundadores y otras organizaciones para ayudar a las startups a crecer, madurar y transformarse.

Además de estos programas también realizan eventos abiertos presenciales y en línea sobre temas de interés y actualidad.

2.18.26. La Consultoría en I+D+i

Una breve indagación en Internet usando este término mostró que existen muchas empresas que ofrecen servicios de consultoría para ayudar a empresa interesadas en la innovación en distintos aspectos: gestión de la innovación, financiación y gestión de ayudas y subvenciones, desarrollo de proyectos de I+D+i, gestión de informes motivados, etc.

En esta revisión encontré a una empresa que indica tener más de 20 años ayudando desde startups hasta grandes corporaciones en la financiación y gestión de la I+D a nivel global, [FI Group España](#). Esta empresa es española y se encuentra en 14 países del mundo. Está especializada en el asesoramiento a empresas en la gestión del financiamiento de actividades de I+D+i. Según indica la revista [El Referente](#) esta empresa figura de 1ª en el ranking de consultoras en I+D+i de España, elaborado por la Secretaría General de Innovación del Ministerio de Ciencia e Innovación en porcentaje de [informes motivados](#)²⁰, con un 37,4% del total y lidera el ranking de consultoras de I+D+i de España con un 96,9% de aceptación de dichos informes²¹ (González 2021). Se trató de encontrar alguna asociación empresarial relacionada con la consultoría en I+D+i y apareció la [Asociación Española para el fomento de la Financiación de la I+D+i \(AFIDI\)](#) que «proporciona a los profesionales del sector de la I+D+I un foro de

²⁰ Los Informes Motivados Vinculantes (IMV) permiten obtener deducciones fiscales por la realización de actividades de I+D+i y bonificaciones en la cotización patronal a la Seguridad Social para el personal dedicado exclusivamente a estas actividades. <https://www.ciencia.gob.es/Innovar/Informes-Motivados-Vinculantes.html>

²¹ <https://elreferente.es/ecosistema/fi-group-lidera-ranking-consultoras-idi-espana/>

discusión, intercambio de experiencias y referencias para conseguir las mejores prácticas facilitando así al sector privado de la innovación un aprovechamiento constante de los recursos disponibles y (se encarga también de) analizar los efectos e impacto de la financiación de la innovación, demostrando a entes públicos y privados la importancia del desarrollo de la innovación para la economía, mediante proyectos de divulgación colectiva». [△](#)

Capítulo 3. El emprendimiento innovador en España

3. Importancia y características del emprendimiento innovador

El «Global Entrepreneurship Monitor» (GEM 2022) es un consorcio internacional que agrupa «Equipos Nacionales» con gran interés en el espíritu empresarial. Cada equipo está dirigido por una universidad local u otra institución. Conjuntamente recogen información y analizan los ecosistemas de emprendimiento existentes en diferentes países, estableciendo una clasificación.

Para empezar responden a la pregunta «¿Por qué es importante el emprendimiento? » de la siguiente manera: «Comenzar y administrar nuevos negocios es un proceso vital en cualquier economía dinámica. Las nuevas empresas generan nuevos puestos de trabajo, mayores ingresos y valor añadido, a menudo mediante la introducción de nuevas ideas, tecnologías y productos en la sociedad».

GEM describe y evalúa el ecosistema emprendedor de una economía frente a nueve Condiciones Marco Económicas (EFC en inglés), como se establece en la Tabla 2. Estos EFC, derivados de dos décadas de investigación y experiencia, son los factores clave que influyen en el impacto de la actividad empresarial en el crecimiento económico.

Tabla 2. Condiciones Marco Empresariales (EFC)

	Tema	Sub tema	Información necesaria
A	Finanzas		
A1		Finanzas empresariales	¿Existen fondos suficientes para nuevas empresas?
A2		Facilidad de acceso a las finanzas empresariales	¿Y esos fondos son de fácil acceso?
B	Política de Gobierno		
B1		Apoyo y Relevancia	¿Promueven y apoyan las startups?
B2		Impuestos y Burocracia	¿O están agobiados los nuevos negocios?
C	Programas empresariales gubernamentales		¿Existen programas de apoyo a la calidad?
D	Educación empresarial		
D1		en la escuela	¿Introducen las escuelas ideas empresariales?
D2		postescolar	¿Las universidades ofrecen cursos para iniciar un negocio?
E	Transferencias de investigación y desarrollo		¿Se puede traducir la investigación en nuevos negocios?
F	Infraestructura comercial y profesional		¿Son suficientes y asequibles?
G	Facilidad de entrada		
G1		Dinámica del mercado	¿Son los mercados libres, abiertos y en crecimiento?
G2		cargas y regulación	¿Las regulaciones fomentan o restringen la entrada?
H	Infraestructura física		¿Es suficiente y asequible?
I	Normas sociales y culturales		¿La cultura fomenta y celebra el espíritu empresarial?

Fuente GEM 2022

3.1. Características del ecosistema de emprendimiento

Un ecosistema de emprendimiento de startups es un entorno en el que se facilita la creación de nuevos negocios innovadores, en el que se relacionan las empresas, las instituciones públicas, las universidades y los inversionistas, con la finalidad de poner en práctica ideas innovadoras que puedan tener éxito económico. El entorno hoy día puede ser físico o digital-

Para que un ecosistema emprendedor pueda ser exitoso deben existir interacciones fáciles y numerosas entre los diferentes actores. Deben existir facilidades para conseguir financiamiento para el desarrollo de nuevas ideas. Se requiere también que haya

personas bien dispuestas y preparadas para llevar adelante los proyectos innovadores y que tengan actitudes y comportamientos positivos para enfrentar las dificultades y superarlas, que quieran arriesgarse y que estén dispuestas a adquirir los conocimientos básicos necesarios para asegurar un buen funcionamiento de la empresa que van a crear.

3.2.El retraso en la capacidad de innovación y el emprendimiento

Tal como muchos analistas indican, España sigue retrasada en el desarrollo de sus capacidades de innovación y el pobre papel de las empresas en este aspecto. Según se indica en Souto (2013) en el período 2008-2010 en el que España tuvo un importante declive económico, el 33% de las empresas generaron alguna innovación en producto, proceso, organización o de marketing. Según datos obtenidos a partir de encuestas del INE, en 2014 un 14% de empresas llevaban a cabo actividades de innovación, pero al hacer un análisis más profundo se comprobó que solo un 5% de las empresas estudiadas había realizado actividades de I+D dentro de su organización y que sólo un 2,9% de las empresas realizaban actividades relacionadas con la introducción de innovaciones en el mercado. El número de empresas con actividades de innovación en España es considerablemente reducido. Están centradas en sus procesos internos, en la adquisición de máquinas y software y en la formación para actividades de innovación. Las innovaciones más realizadas son las de tipo organizativo. Souto (2013) concluye señalando cuáles eran los aspectos que dificultaban la innovación en las empresas: Falta de fondos: 31,4%. Falta de financiación externa: 28%. Elevado coste de la innovación: 32%. La incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios innovadores: 25%. Por otra parte [Europa \(2022\)](#) en su estudio «Inversión y Exportación de Tecnología con Alta Intensidad en I+D+i en España» indica que como consecuencia de la situación económica y la posterior caída de la demanda en el mercado interior español, las empresas dedicadas al diseño y fabricación de tecnología, «se han encontrado con serias dificultades debido a la generalización de criterios de compra basados exclusivamente en el precio, sin tener en cuenta elementos tan importantes como la innovación y, limitando, en gran medida, el campo de actuación de un sector altamente dinámico e innovador». Precisa que esta reflexión, llevada a cabo por la Secretaria de la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (FENIN), Margarita Alfonsel, es extensible a otros sectores tecnológicos como el de las Telecomunicaciones o el Aeroespacial.

En relación con los demás países europeos, España ocupa el antepenúltimo puesto en la clasificación según el porcentaje de exportaciones de productos de alta tecnología respecto a las exportaciones totales, con un 6% de exportaciones de alta intensidad en I+D+i y tecnología, frente a países como Francia que tiene un 25% o Alemania con un 15%.

Según las estadísticas del INE en España, en 2020, en Millones de euros:

Exportaciones de productos de alta tecnología	1	16.016
Importaciones de productos de alta tecnología	1	30.080

Las importaciones de productos de alta tecnología casi duplicaban las exportaciones e iban descendiendo a un 8,2 % anual desde 2019 y las importaciones descendían al 3,4 %.

A pesar de que estas cifras muestran el pobre papel de la innovación de las empresas españolas «España sigue siendo un referente desde el punto de vista de las exportaciones. Seguimos siendo el quinto país en el ranking de países exportadores de

aerogeneradores. Y somos número uno en exportación de tecnología eólica flotante»²². En 2021, la actividad exportadora superó los 2.000 millones de euros. La cifra de exportaciones anuales se ha incrementado respecto a la de 2020.

Hay que destacar que, a pesar de esas deficiencias, España tiene áreas relacionadas con tecnologías avanzadas en la que presenta avances innovadores importantes. Por ejemplo en el de nuevas tecnologías eléctricas renovables y limpias. España en 2019 era el quinto exportador bruto del mundo de aerogeneradores, por detrás de Alemania, Dinamarca, Países Bajos y China. En el área de las tecnologías termosolares, según datos del Informe de la economía española 2019 elaborado por la Unidad de Riesgos de [CESCE](#), España cuenta con 50 centrales termosolares, que suman 2.300 megavatios (MW)²³. Ya se ha señalado que la Plataforma Solar de Almería, [PSA](#) es uno de los centros periféricos de [CIEMAT](#), es un centro público de investigación del Gobierno de España, oficialmente considerado por la Comisión Europea como una Gran Instalación Científica europea y es también el mayor y más completo centro de I+D en el mundo dedicado a los sistemas de concentración solar térmica. La PSA cuenta con más de 30 años de experiencia en la operación, mantenimiento y evaluación de sistemas solares de concentración, sus componentes y distintos tipos de aplicaciones comerciales. ([Atl Europa 2022](#))

El reconocimiento de esta situación se une a las iniciativas mundiales que valoran el empuje que debe dársele al desarrollo de las capacidades de emprendimiento para que se desarrollen nuevas empresas innovadoras, ya que la innovación se ha convertido en un factor clave para la competitividad de las empresas, muy relacionada con la creación de nuevas tecnologías, pero también de nuevas formas de organización, mercadeo y modelo de negocios.

3.3.Perspectivas

La revista [ElReferente](#), que se dedica a las startups presenta un listado y los detalles de los 100 perfiles más activos como BA (Business Angels) e indica que el IESE tiene una red que incluye hasta 200 BA. Esta red estaría posicionada como la de más alto ranking de redes de BA en el rango de inversión entre 25.000 y 200.000 euros. También indican que la red Madri+d cuenta con 142 inversores entre BA, ‘venture capitals’, ‘family offices’ y clubes de inversión, que invierten entre 10.000 y 30.000 euros habitualmente. El IESE movió cerca de 4 millones de euros durante el curso académico 2020-2021 y la red Madri+d 1,3 M€ en startups de la región.

La Asociación Española de startups indica que en España en el 2020 existían 215 incubadoras y aceleradoras, 26 de las cuales eran de corporaciones y 23 de universidades, con un total de 1376 empleados. Su ubicación se distribuía así: Madrid - 58; Cataluña -37; Andalucía -22; Comunidad Valenciana – 19; País Vasco -14; Galicia - 14 y las demás distribuidas en otras Comunidades Autónomas. Los servicios ofrecidos por estas instituciones se centran en ayudas y formación en materia de gestión, provisión de espacios, acceso a la financiación y a aspectos legales.

El ecosistema emprendedor español se va consolidando, no solo como creador de innovaciones sino para la creación de empleo y la mejora de la economía española. (Delgado 2021). Deben existir políticas públicas que favorezcan y faciliten la apertura de nuevos negocios, que sean ágiles y que ofrezcan incentivos fiscales y apoyo financiero.

²² (<https://www.energias-renovables.com/eolica/espana-top-1-del-mundo-en-exportacion-20221203>)

²³ Aunque hay reticencias en su continuación y exportación por problema de costos de inversión.

El ecosistema se puede desarrollar exitosamente en una economía abierta y creciente en la que puedan florecer las nuevas ideas económicas y en una cultura que facilite, estimule y celebre la tolerancia al fracaso, el pensamiento creativo y la investigación para identificar nuevas oportunidades de negocio. Para el crecimiento de los emprendimientos se han ido desarrollando instituciones que facilitan las actividades de los emprendedores. Estas son las incubadoras y las aceleradoras, en las cuales se da acceso a facilidades administrativas, a expertos/mentores y a otras empresas y empresarios que les pueden guiar o mostrarles perspectivas para monetizar sus planes de negocio.

Las universidades, escuelas de negocio y centros de investigación tienen un papel muy importante para desarrollar el espíritu emprendedor, para que los nuevos conocimientos puedan utilizarse para generar nuevas soluciones y para la formación en gestión de negocios innovadores y hoy día sobre todo para el dominio de la digitalización y su aplicación para innovar. Las Cámaras Empresariales pueden facilitar el contacto con las empresas para la implementación de innovaciones, el apoyo de empresarios con experiencia en la gestión empresarial y el contacto con los mercados.

El desarrollo del ecosistema nacional de emprendimiento es un desafío para la definición de políticas públicas que faciliten el desarrollo de nuevos negocios, de nuevas áreas económicas. Eso ha hecho que algunos países como España estén estableciendo leyes para el desarrollo de las startups, con la finalidad de agilizar los trámites ante la Administración, registro, cargas fiscales y proveerles de apoyos especiales.

3.4.El espíritu emprendedor de los jóvenes en España

La revista digital Empresas (2022), publica un artículo con el título «el espíritu emprendedor de los universitarios en España» e indica que según el proyecto Guess sobre el espíritu emprendedor de los universitarios, el 23% tiene intención de crear una empresa a cinco años vista, el 19% está involucrado en poner en marcha una empresa naciente y más del 6% tienen ya creada una empresa. Los universitarios españoles estarían así por encima de la media europea con proyectos en desarrollo. Destaca que las universidades están tratando de adaptar su oferta académica a las necesidades y demandas de las empresas y de los propios estudiantes, ya que estos quieren estar preparados para ocupar los nuevos puestos de trabajo en las tendencias emergentes.

Algunos indicadores de interés:

48% de los universitarios emprende con otros compañeros.

53% han recibido información específica en materia de creación de empresas.

La mayor intencionalidad de crear una empresa se da en las ramas de ingeniería y arquitectura.

Otros autores (Delgado 2021; Álvaro 2021; Rodríguez 2022; Renza 2022) señalan otros datos interesantes sobre los emprendedores españoles, sus datos mayormente son tomados de la South Summit 2021 y 2022.

Rodríguez (2022) señala que el sector alcanzará 83.000 millones de euros, que incluyen 11.000 startups. 140.000 trabajadores, de las cuales en Madrid habría 3.000 startups con 40.000 trabajadores. Destaca que España es el cuarto país europeo con mayor número de startups. Delgado (2021) indica que a partir de una encuesta de las 1860 startups de 3800 proyectos inscritos en el Startup Competition del South Summit, la edad media de los emprendedores españoles está entre 25 y 34 años, siendo 80% hombres. 98% de los fundadores tienen al menos un título universitario, 78% además una maestría y el 16% doctorado. La edad media de vida de las startups sería de 2,7 años y el número de empleados va entre 2 y 10 aunque un 10% tiene más de 50 empleados. 64% de las

startups se financian con recursos propios, 15% con los de la familia y amigos, 17% con capital privado y 4% con capital público. 48 busca financiación externa y les interesa, además, conseguir diversificación, visibilidad y clientes.

3.5. Papel e interés de las universidades

La necesidad de lograr que las empresas innoven y el ejemplo dado por las iniciativas de muchos emprendedores jóvenes, exitosos, en los Estados Unidos, que aprovechando los conocimientos sobre las nuevas tecnologías han desarrollado empresas transformadoras mundialmente con gran éxito económico, ha impulsado a muchas universidades a complementar la formación de los estudiantes ofreciéndoles conocimientos para el desarrollo de emprendimientos.

Sánchez y Hernández (2018), en su libro, indica que en la mayoría de las universidades españolas se han incorporado asignaturas de creación de empresas en sus planes de estudio, relacionadas con la economía y la empresa, menos en otras áreas de conocimiento, y que actualmente se están desarrollando postgrados. Analiza los trabajos de varias universidades para discutir qué están haciendo y cómo deberían prepararse las universidades en innovación para desarrollar las capacidades de emprendimiento, orientadas hacia universidades emprendedoras. Destaca que la difusión de la cultura emprendedora y el apoyo a la creación de empresas están presentes en casi todas las universidades a través de jornadas y cursos formativos pero considera que la importancia estratégica del emprendimiento en las universidades ha sido más testimonial que real.

El trabajo señala tres tipos de actuación de las universidades relacionadas con el emprendimiento:

- La incorporación de docencia de creación de empresas y emprendimiento, reglada o no reglada.
- La puesta en marcha de programas de autoempleo y el fomento de la cultura emprendedora.
- La transferencia de tecnología a través de la creación de ‘spinoffs’.

Por otro lado la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) creó un Observatorio de Emprendimiento Universitario (29 universidades españolas y 3 mexicanas). También existe una red «Emprendia». A finales del año 2013, a iniciativa de la Red Emprendia, se creó el Observatorio de Emprendimiento Universitario a través de la firma de un acuerdo de colaboración con CRUE, Universidades Españolas y la Fundación de la Universidad de Cantabria. Casi 14.500 estudiantes españoles y más de 2.000 mexicanos participaron en el estudio.

Otro estudio (Autónomos y emprendedores 2023) indica que solo 30 de 84 universidades enseñan materias para impulsar las habilidades y competencias emprendedoras y que solo 350 profesores dan clase de emprendimiento a 17.000 jóvenes en los institutos. Entre las universidades que incluyen este contenido en su plan de estudios se encuentran: Carlos III, la universidad Autónoma y la Politécnica de Madrid, la universidad Autónoma y la Universidad de Barcelona en Cataluña, más las de Cádiz, Sevilla, Granada, Almería, Málaga en Andalucía. Algunas universidades tienen postgrados (maestrías) sobre emprendimiento (Complutense de Madrid, Univ. de Vigo, Univ. de Valencia, Escuela de Organización Industrial (OEI)).

Las escuelas de negocios, que regularmente han estado más enfocadas a los aspectos financieros y organizativos de las empresas, también tienen ahora programas de desarrollo de emprendimiento. Lo mismo está pasando con las alcaldías y otras organizaciones civiles y del Estado. Hoy día en España hay numerosas oportunidades en este campo.

3.6. Una nueva ley para startups

El Congreso español, el 21 de diciembre de 2021 aprobó la [ley 28/2022 de «Fomento del ecosistema de las empresas emergentes»](#). En el preámbulo se reconoce que el emprendimiento basado en la innovación va ganando espacio, empujado por el éxito de las empresas digitales y por el acceso a conocimientos y datos en internet, sobre los que pueden desarrollarse nuevos productos y servicios, y por el avance en los conocimientos científicos y técnicos.

En el Artículo 1 se enuncia el Objeto de esta ley, que es «establecer un marco normativo específico para apoyar la creación y el crecimiento de empresas emergentes en España» y «establecer un sistema de seguimiento y evaluación de sus resultados sobre el ecosistema español de empresas emergentes». Entre los objetivos generales se propone, entre otros aspectos, además de «fomentar la creación, el crecimiento y la relocalización de empresas emergentes en España», «Atraer talento y capital internacional», «Facilitar la interrelación entre empresas», «Impulsar el acercamiento entre la formación profesional y la universidad y las empresas emergentes», «contribuir a incrementar la transferencia de conocimientos... (entre los agentes) del Sistema Español de CTI al mundo empresarial». Propone también «Impulsar la compra pública innovadora con empresas emergentes».

El Gobierno ha creado El [Alto Comisionado para España Nación Emprendedora \(AC/ENE\)](#), órgano de la Presidencia del Gobierno encargado de impulsar la [Estrategia España Nación Emprendedora](#), Presentada por el presidente del Gobierno en febrero de 2021, la cual articula 50 medidas para transformar las bases productivas del país haciendo del emprendimiento innovador el rompehielos para un nuevo modelo económico.

La Ley de startups es una de las medidas prevista en esa estrategia. En la ley se define cómo deben ser las empresas para que sean consideradas como empresas emergentes y puedan beneficiarse de las medidas establecidas en la ley. La [Empresa Nacional de Innovación](#) S.A. (ENISA) se encargará de evaluar las condiciones que deberán cumplir las empresas emergentes.

Algunas de las medidas más destacadas para impulsar el ecosistema de emprendimiento innovador incluyen mejoras en el tratamiento fiscal para ofrecer acciones al personal y facilitar así su retención. Se especifican condiciones favorables para que los extranjeros participen en el ecosistema español, para facilitar el desarrollo de capital de riesgo, para mejorar la deducción del IRPF²⁴ y la tributación inicial de las startups, así como las cuotas de la Seguridad Social. Se prevé también la concesión de licencias de prueba temporales para el desarrollo de sus operaciones y la promoción de la creación de entornos controlados para evaluar la utilidad, viabilidad e impacto de innovaciones tecnológicas. Se crea la «[Oficina Nacional de Emprendimiento \(ONE\)](#)» como ventanilla única para ordenar y coordinar los servicios de apoyo para los emprendedores.

Pero eso no es suficiente, deben existir facilidades para financiar las primeras etapas, mientras se va logrando entrar efectivamente en los mercados y las tramitaciones deben ser ágiles.

3.7. El sistema de financiamiento de startups

Para financiar a las startups se crean redes en las que existen organizaciones de capital privado que ofrecen capital de riesgo, empresas o personas que ayudan financieramente

²⁴ IRPF: Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas

a cambio de participación en los éxitos (ángeles de negocio, en inglés business angels), sociedades de garantías recíprocas²⁵, instituciones estatales de apoyo financiero, y las ayudas que el gobierno ofrece mediante convocatorias a programas específicos y otros métodos. En España existen redes que se ocupan del financiamiento a las startups, redes de capital de riesgo y redes de Business Angels, así como la legislación que regula el funcionamiento de estas instituciones.

La [Comisión Nacional del Mercado de Valores \(CNMV\)](#) es el organismo encargado de la supervisión e inspección de los mercados de valores españoles y de la actividad de cuantos intervienen en los mismos. La CNMV se creó por la [Ley 24/1988](#). Ofrece un Listado completo de sociedades de capital-riesgo que pasa de 300 (trescientas) organizaciones.

Un Business Angel (BA) es una persona que aporta capital propio y a veces su tiempo para relacionarse con empresas que todavía no cotizan, sobre todo empresas innovadoras en sus fases iniciales de creación. Buscan ganar dinero cuando la empresa innovadora tenga éxito y genere ganancias. Además contribuyen a reflexionar y difundir información sobre el papel de los BA. Frecuentemente muchos de ellos han sido innovadores exitosos y por eso creen en las posibilidades de las empresas innovadoras y quieren compartir sus conocimientos y experiencias sobre el funcionamiento de los negocios, actuando como mentores de los que están comenzando.

AEBAN es la [Asociación Española de Business Angels Networks](#) y otros agentes de la inversión privada en fases iniciales. Fue fundada en 2008 para promocionar la actividad de las redes, grupos y clubes de inversores. Al 31 de diciembre de 2021 contaba con 28 socios. Los inversores prefieren acercarse a las redes de BA para invertir. [△](#)

Capítulo 4. Los indicadores internacionales

4. El Global Entrepreneurship Monitor (GEM)

[El Global Entrepreneurship Monitor \(GEM\)](#) es un consorcio en red de equipos nacionales de países. Está asociado principalmente con las principales instituciones académicas y lleva a cabo investigaciones basadas en encuestas sobre emprendimiento y ecosistemas de emprendimiento en todo el mundo. GEM comenzó en 1999 como un proyecto conjunto entre Babson College (EE. UU.) y London Business School (Reino Unido). Es la única fuente de investigación global que recopila datos sobre emprendimiento directamente de empresarios individuales. Basado en entrevistas con más de 175.000 personas y expertos de 51 economías. El informe rastrea el porcentaje de adultos que están iniciando o administrando un nuevo negocio.

GEM define el contexto empresarial de una economía en particular en términos de una serie de características, denominadas Condiciones Marco de Emprendimiento (EFC), como se resume en la Tabla 3. Estas influencias clave se derivan de más de dos décadas de investigación, experiencia y conocimiento de GEM.

Tabla 3. Condiciones del marco empresarial nacional

- A1. Finanzas emprendedoras: hay fondos suficientes para nuevas empresas
- A2. Facilidad de acceso a finanzas empresariales: y esos fondos son de fácil acceso

²⁵CESGAR es una asociación sin ánimo de lucro, constituida en 1980, con el objeto social de asumir las funciones de coordinación, cooperación, defensa y representación de los intereses de las 18 Sociedades de Garantía Recíproca existentes en España. <https://www.cesgar.es/cesgar-info/>

- B1. Política de Gobierno: Apoyo y Relevancia: políticas de promoción y apoyo a startups
- B2. Política de Gobierno: Impuestos y Burocracia: las nuevas empresas no están sobrecargadas
- C. Programas empresariales gubernamentales: los programas de apoyo a la calidad están ampliamente disponibles
- D1. Educación emprendedora en la escuela: las escuelas introducen ideas emprendedoras
- D2. Educación empresarial postescolar: las universidades ofrecen cursos sobre cómo iniciar un negocio
- E. Transferencias de investigación y desarrollo: la investigación se transfiere fácilmente a nuevos negocios
- F. Infraestructura comercial y profesional: servicios de calidad, disponibles y asequibles
- G1. Facilidad de entrada: Dinámica del mercado: los mercados son libres, abiertos y en crecimiento
- G2. Facilidad de entrada: cargas y regulaciones: las regulaciones fomentan, no restringen la entrada
- H. Infraestructura física: de buena calidad, disponible y asequible
- I. Normas Sociales y Culturales: fomentar y celebrar el emprendimiento

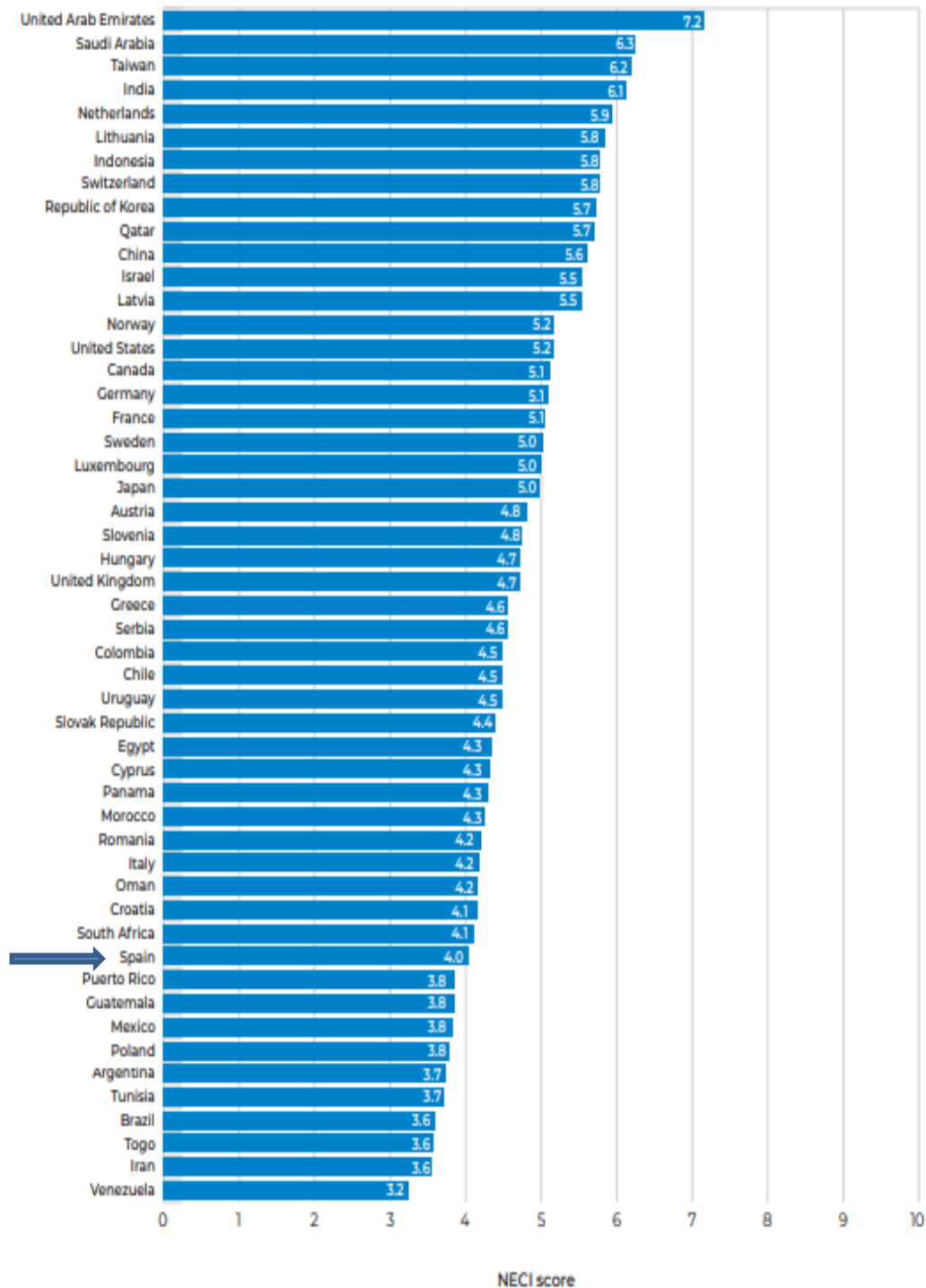
Fuente; GEM 2021

El Índice NECI (National Entrepreneurship Context Index) en 2021 tuvo un valor de 5,4 para España, colocándola en el décimo puesto (10) de un total de 47 economías, pero en 2022 el ambiente de emprendimiento sufrió un «colapso cataclísmico» haciendo que su índice bajara a 4,0, como puede verse en el Gráfico 1. ubicando a España en el puesto 41 de 51 economías. Diez condiciones marco se valoraron como insuficientes y sólo 3 como suficientes o mejores. Esas cifras indicaban que era urgente tomar acciones para apoyar a los nuevos negocios. Así, en 2022, se desarrolló en España un nuevo marco legal para apoyar la creación de startups.

Gráfico 1. Índice Nacional de Contexto Empresarial (NECI) 2022

Expert Survey 2022

F



Global Entrepreneurship Monitor 2022/2023 Global Report

109

Fuente: GEM 2022/2023. Global Report

Algunos aspectos que señala la revisión de actividades de emprendimiento en 2022 destacan que en España el porcentaje de adultos que intentan comenzar negocios ha estado creciendo, pero que el nivel que tuvieron en 2022 (8,3%) fue la mitad de Francia. Dos (2) de cada cinco (5) adultos en España consideran que tienen habilidades y experiencia para comenzar un negocio, pero solo uno (1) de cada cuatro (4) ve buenas oportunidades para comenzar un negocio localmente; la mitad de estos, o sea uno (1) de cada ocho (8) no se atreverían a hacerlo por miedo al fracaso.

Tan sólo 6% de los adultos en España estaban iniciando o dirigiendo un nuevo negocio en 2022, proporción que no ha cambiado en los últimos cinco años.

El motivo fundamental para comenzar un nuevo negocio fue «para ganarse la vida porque los trabajos son escasos» (7 de cada 10). El motivo siguiente fue «para lograr una gran riqueza o ingresos muy altos», solo fue la mitad del anterior (3,5 de cada 10). Para dos (2) de cada cinco (5) el motivo seleccionado fue «hacer una diferencia en el mundo» y 1 de cada 5 «continuar una tradición familiar».

A pesar del bajo nivel, España ofrece un potencial considerable en términos de impacto para comenzar o dirigir un nuevo negocio. Casi un tercio (1/3) de los nuevos emprendedores tienen clientes fuera de España y cerca de la mitad esperan usar más tecnologías digitales en los próximos seis meses para vender sus productos, proporción mucho más alta que en Francia. En cuanto a la capacidad de empleo, sólo 1 de cada 10 nuevos emprendedores espera emplear 6 o más personas adicionales en los próximos cinco años.

En el Gráfico 2. puede verse al comparar las condiciones marco empresariales con el promedio de las 22 economías del nivel A que España, según los expertos, queda clasificada de última (22/22) en los siguientes aspectos:

- Apoyo y relevancia de la política gubernamental (22/22)
- Facilidad de acceso al financiamiento empresarial (22/22)
- Política gubernamental sobre impuestos y burocracia (22/22)
- Investigación y transferencia de desarrollo (22/22)

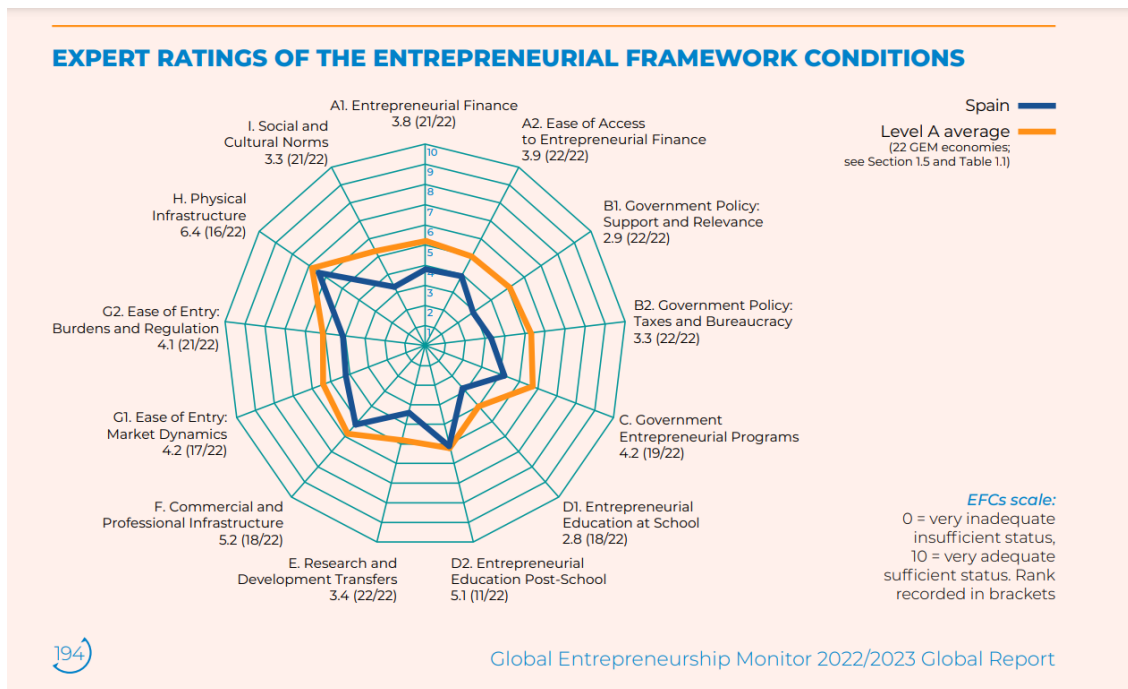
Y muy cerca del último lugar en:

- Normas sociales y culturales (21/22)
- Financiamiento empresarial (21/22)
- Facilidad de entrada. Cargas y regulaciones

Quedando con la mejor clasificación en:

- Educación empresarial de postgrado (11/22)

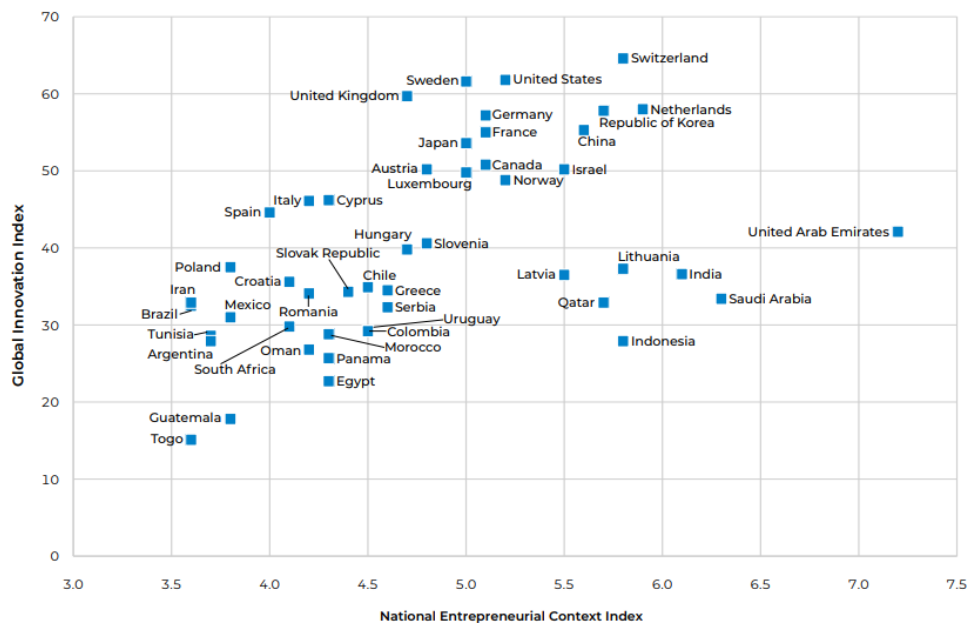
Gráfico 2. Condiciones marco de emprendimiento. España 2022



Fuente: GEM 2022/2023. Global Report

El Gráfico 3. A muestra que España, aunque en el índice Global de Innovación superó a algunos de los países en el NECI (National Entrepreneurship Context Index) está por encima de todos, excepto Polonia.

Gráfico 3. Diagrama de dispersión de las puntuaciones del Índice de Contexto Empresarial Nacional y el Índice de Innovación Global –GII (ambos para 2022)



Fuente: GEM 2022/2023. Global Report

4.1.El Global Innovation Index (GII)

El Índice Mundial de Innovación ([Global Innovation Index - GII](#)) es una lista anual de 81 indicadores provenientes de bases de datos internacionales de instituciones públicas y privadas. Con estos indicadores se clasifica a los países del mundo conforme su capacidad y éxito en la innovación. El GII está a cargo de la [Organización Mundial de la Propiedad Intelectual](#) (OMPI). en colaboración con el [Instituto Portulans](#) y sus socios corporativos. Se trata de una clasificación de las capacidades de innovación y los resultados de las economías mundiales. Desde el año 2021, cuenta también con una Red Académica para involucrar a las universidades líderes en el mundo en la investigación del GII y apoyar la difusión de los resultados de GII dentro de la comunidad académica. Fue creado en 2007 por la [Escuela de Negocios INSEAD](#) y la revista británica World Business. Desde 2013 hasta 2021 fue copublicada con la Universidad de Cornell. Refleja las tendencias mundiales en materia de innovación y revela cuáles son las economías más innovadoras del mundo, clasificando los resultados de la innovación de 132 economías, destacando los puntos fuertes y débiles de unos y otros en materia de innovación y señalando las carencias de que adolecen en los parámetros de innovación. En la edición de 2022 se centra la atención en los efectos de la innovación en la productividad y el bienestar de la sociedad en los próximos decenios. Los diferentes indicadores que ofrece el GII ayudan a seguir de cerca los resultados y comparar la evolución de las economías de la misma región o grupo de ingresos. (Fuente: [OMPI](#) y [Wikipedia](#))

El Índice no debe interpretarse como la clasificación suprema y definitiva de las economías en materia de innovación, ayuda a comprender mejor cuáles son los elementos que cada país debe revisar para mejorar.

Para calcular un índice general se clasifican los países en cuatro grupos según el nivel de ingresos y en tres grupos según las expectativas de desempeño respecto al nivel de desarrollo. El GII tiene dos subíndices: el subíndice de inversión en innovación y el subíndice de resultados en innovación y tienen siete pilares, cada uno de los cuales consta de tres pilares. Para cada uno de estos pilares de segundo orden se identifican algunos de los aspectos que van a ser medidos con los 81 indicadores.

Se aprecia en el Gráfico 4. que de un año a otro hay modificaciones en la posición de los diferentes pilares en la clasificación, debido a los valores que se asignan a los indicadores correspondientes a cada pilar.



Fuente: GII 2022. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_2000_2022/es.pdf

Sus fortalezas y debilidades se pueden ver en la Tabla 4

Tabla 4. Fortalezas y debilidades de España. GII 2022.

Strengths and weaknesses for Spain					
Strengths			Weaknesses		
Code	Indicator name	Rank	Code	Indicator name	Rank
2.1.3	School life expectancy, years	13	1.2.3	Cost of redundancy dismissal	75
2.2.1	Tertiary enrolment, % gross	9	1.3.1	Policies for doing business	69
2.3.3	Global corporate R&D investors, top 3, mn USD	13	2.1.1	Expenditure on education, % GDP	71
3.1.3	Government's online service	17	2.1.2	Government funding/pupil, secondary, % GDP/cap	60
3.2.2	Logistics performance	17	2.2.2	Graduates in science and engineering, %	61
3.3.3	ISO 14001 environmental certificates/bn PPP\$ GDP	14	2.2.3	Tertiary inbound mobility, %	60
4.3.3	Domestic market scale, bn PPP\$	16	3.2.3	Gross capital formation, % GDP	85
6.1.5	Citable documents H-index	12	5.2.1	University-industry R&D collaboration	66
6.2.3	Software spending, % GDP	5	5.3.2	High-tech imports, % total trade	72
7.1.4	Industrial designs by origin/bn PPP\$ GDP	12	6.2.1	Labor productivity growth, %	104

Fuente: GII 2022. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_2000_2022/es.pdf

Al revisar la posición más o menos destacada en los diferentes indicadores se puede observar que las fortalezas más destacadas son: el gasto en software como %PNB (puesto 5 de todas las economías analizadas), matrículas universitarias respecto al total (9), documentos científicos (índice H) (12), gastos en diseño industrial (12). En cuanto a las principales debilidades la peor posición en 2022 la ocupa el % de crecimiento de la productividad (104), la formación bruta de capital (85), costo de resolver insolvencias (75), las importaciones de alta tecnología (72), el gasto en educación %PNB (71). Hay que destacar también otras debilidades señaladas que tienen cierta importancia y que están igual o por debajo del 50% de los 132 países considerados (es decir 66): las políticas para hacer negocios se ubica en el puesto (69), la colaboración en I+D entre universidades y la industria (66). Algunas de estas debilidades coinciden con las críticas realizadas por otras fuentes. Las fortalezas parece que dependen más de las actividades del gobierno y las debilidades tienen que ver más con el comportamiento de las empresas y con la educación.

En la Tabla 5 se muestran los temas comprendidos en la clasificación por pilares y los valores que obtuvo España en el año 2021 y en el año 2022. España se encuentra ubicada en el grupo de altos ingresos. Según se puede ver en la Tabla 5 ocupaba el puesto 30 de los 132 países estudiados según el índice GII en 2021. En GII 2022 descendió al puesto 29 en la clasificación general, manteniéndose en el 28 en las entradas de innovación y subiendo del puesto 29 en 2021 al 26 en 2022 en las salidas de innovación. Está por encima del promedio del grupo de altos ingresos en tres pilares: infraestructura, resultados de conocimiento y tecnología y resultados creativos. Respecto a Europa, de 30 economías, España está en el puesto 18 en 2022, por encima del promedio en 5 pilares: instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y salidas creativas.

Tabla 5. Índice de Innovación Global (GII). Detalle de Indicadores 2021 y 2022

IndNum	Nombre del indicador	Posición España 2021	Posición España 2022
0	Índice de Innovación Global	30	29
0,1	Subíndice de insumos de innovación	28	28
0	Subíndice de producción de innovación	29	26
1	Instituciones	31	38
1.1.	Ambiente político	37	41
1.2.	Entorno regulatorio	35	39
1.3.	Ambiente de negocios	25	49
2	Capital humano e investigación	30	26
2.1.	Educación	46	46
2.2.	Educación terciaria	36	43
2.3.	Investigación y desarrollo (I+D)	23	23
3	Infraestructura	13	16
3	Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)	19	23
3.2.	Infraestructura general	34	27
3.3.	Sostenibilidad ecológica	10	17
4	Sofisticación del mercado	32	30
4.1.	Crédito	36	26
4.2.	Inversión	72	47
4.3.	Comercio, diversificación y escala de	12	14
5	Sofisticación de negocios	35	32
5.1.	Trabajadores del conocimiento	29	24
5.2.	Vínculos de innovación	47	40
5.3.	Absorción de conocimiento	45	39
6	Productos de conocimiento y de tecnología	26	27
6.1.	Creación de conocimiento	26	26
6.2.	Impacto del conocimiento	20	25
6.3.	Difusión del conocimiento	42	38
7	Salidas creativas	32	28
7.1.	Activos intangibles	30	22
7.2.	Bienes y servicios creativos	47	43
7.3.	Creatividad en línea	31	31

Fuente GII: elaboración propia

En un conjunto de 132 países la posición de España es destacada positivamente, su economía es mundialmente importante, en 2022 ocupaba mundialmente el puesto 14 y es la 4ª economía de la Unión Europea.

4.2. European Innovation Scoreboard

La revisión comparativa de los indicadores internacionales recogidos en el European Innovation Scoreboard 2021 se presenta en la Tabla 6. Estos indicadores muestran que España es muy débil comparada con otros países europeos en los siguientes elementos: innovadores (pymes con innovaciones en productos y en procesos), inversión empresarial (gasto empresarial en I+D, gasto en innovación sin I+D, gasto en innovación por empleado) e impacto sobre el empleo (empleo en actividades intensivas en conocimiento, empleo en empresas innovadoras).

Tabla 6. Puntuaciones en dimensiones de la innovación. European Innovation Scoreboard 2021

Tabla IX. Puntuaciones de las Dimensiones de la Innovación

	Alemania	Francia	Italia	España
1.- Recursos humanos	98,2	148,6	56,2	139,8
2.- Atractivo del sistema de investigación	91,6	116,4	99,6	90,9
3.- Digitalización	111,9	85,1	68,7	127,2
4.- Financiación y soporte	92,2	150,0	82,50	72,60
5.- Inversión empresarial	141,4	90,0	77,70	52,10
6.- Uso de TICs	114,3	90,3	76,90	94,20
7.- Innovadores	152,0	105,1	144,2	30,5
8.- Relaciones	137,8	113,5	86,2	88,5
9.- Activos intelectuales	153,1	83,2	110,4	79,9
10.- Impacto sobre el empleo	143,0	109,5	126,5	54,5
11.- Impacto sobre ventas	123,3	90,2	93,2	74,4
12.- Impacto sobre sostenibilidad medioambiental	118,6	114,9	124,6	114,3
				Fuente: EIS, 2021

Fuente: EIS. 2021



Capítulo 5. Conclusiones Parte I

5. Aproximaciones

5.1. Primera aproximación: La innovación en una industria española actual

La sorpresa de saber que una pequeña empresa [PLDSpace](#), creada por un par de jóvenes ingenieros, iba a lanzar un cohete para recoger información a kilómetros de la superficie terrestre me llevó a tratar de comprobar si España tenía desarrollos interesantes en el área aeroespacial, de tanta complejidad científico-tecnológica. Se tomó como un caso de estudio.

Se comprobó que en España hay desarrollos científicos, tecnológicos e industriales en un sector muy complejo y difícil. España innova en este sector. Existen en él empresas grandes y pequeñas, que fabrican partes, componentes, equipos, y ofrecen servicios en el sector aeronáutico y aeroespacial, defendiéndose económicamente. Existen centros de investigación en este campo y universidades que forman personal para este sector.

El caso de la empresa [ACITURRI](#) reveló una interesante historia de desarrollo.

Comenzó a partir de un taller mecánico, de carácter familiar y creció, convirtiéndose actualmente es un proveedor internacional importante. Han ido desarrollando las tecnologías más avanzadas, con una estrategia de internacionalización y cooperación

con otras empresas, explorando los avances tecnológicos internacionales e incorporando la I+D+i de manera regular en sus actividades productivas.

Desarrollarse en este sector es difícil porque los avances científicos y tecnológicos son clave para el liderazgo y competitividad de las empresas. Los plazos de desarrollo y utilización, así como los de recuperación de capital son muy largos; las inversiones son muy altas. Las aplicaciones y el desarrollo involucran y afectan a muchos sectores, tanto el sector civil como el militar. En el mundo hay pocas grandes empresas que conceptualizan, diseñan y definen los principales productos y le pasan a terceros los diseños de grandes partes para su fabricación. Las especificaciones son muy estrictas. La complejidad e importancia estratégica a nivel de países hace que los gobiernos definan políticas y medios para facilitar el desarrollo de esta industria.

La importancia que el sector aeronáutico y aeroespacial ha adquirido en España se aprecia porque ya existen cerca de 700 centros productivos repartidos por todo el país. Este sector está formado por algunas grandes empresas de más de 250 trabajadores y por muchas PYMES. España ocupa el 5º lugar en Europa en ventas y emplea unas 50.000 personas. El porcentaje de inversión en I+D+i en esta industria española es mayor del 10% respecto a la facturación, cifra muy superior a la cifra general nacional. La inversión en I+D+i de esta industria es del 7,1% del gasto nacional en innovación. Las exportaciones representan cifras altas respecto al total de la producción (44% en aeronáutica y 80% en el sector espacial). Entre sus principales clientes están las grandes empresas internacionales en aeronáutica, Boeing y Airbus y el ejército nacional. En este sector hay un importante desarrollo de jóvenes empresas, «startups» creadas por jóvenes profesionales universitarios, que tienen un desarrollo exitoso realizando actividades de diseño, fabricación y operación de satélites, drones, plataformas de comunicación y transferencia de información con estos aparatos. El financiamiento de estos emprendedores proviene en gran parte de las instituciones gubernamentales, de sus convocatorias y ayudas, pero también de los fondos europeos y de inversiones empresariales.

El Gobierno Español había creado mucho antes, el 7 de mayo de 1942, el [Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial \(INTA\)](#). Actualmente éste tiene varios centros de ensayo y varias estaciones espaciales, con infraestructuras de laboratorios e instalaciones para I+D+i, en las cuales en el año 2022 ya trabajaban unos 1000 titulados universitarios, de los cuales cerca del 80% eran personal científico-técnico que realizaban actividades de investigación en campos muy actuales.

En resumen, la industria aeroespacial española existe desde hace tiempo. Es una industria exportadora de productos y servicios de alto nivel tecnológico que realiza investigación e innovación en una proporción importante. Genera empleo de calidad, ocupando a buen número de profesionales científicos y técnicos formados en universidades españolas. Existe una constelación de grandes y pequeñas empresas en este sector, produciendo un volumen importante de ventas. Las empresas del sector crecen regularmente y están al día en su tecnología, contando con un importante apoyo económico y estratégico del Gobierno.

Por otra parte, se tienen también noticias sobre la importancia del desarrollo en España de las energías renovables. En este área se revisó el desarrollo de la [Plataforma Solar de Almería](#) que mostró que en el campo termosolar que España ha hecho un importante esfuerzo de investigación. [Iberdrola](#) es una empresa eléctrica que tiene capacidad internacional en el desarrollo de energías renovables a nivel mundial, en la cual la innovación es un aspecto clave en el negocio.

Los casos estudiados señalan que, para conocer bien cuáles son las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de un país, es conveniente hacer estudios

detallados de la situación de las industrias, especialmente en los sectores más avanzados.

Aprendizajes

- En España hay hoy empresas, sectores industriales y organizaciones científica y tecnológicamente de punta. Parece conveniente realizar estudios específicos, más detallados, en sectores importantes, avanzados, para conocer mejor cómo han logrado su desarrollo.
- Las áreas en las que se puedan desarrollar importantes desarrollos tecnológicos innovadores dependen de que coincidan con consideraciones estratégicas gubernamentales y también del interés, conocimientos y experiencia de profesionales que deseen liderar un desarrollo industrial y de los servicios que sea innovador.
- El Estado debe definir programas estratégicos, también llamados misiones, para enfrentar de manera innovadora los grandes retos actuales que afectan a la población y a las relaciones tecnológicas internacionales.
- El desarrollo tecnológico innovador en un área industrial o de servicios determinada se da en un ecosistema que une a grandes empresas, PYMES, startups emprendedoras y apoyo político y económico.
- Las grandes empresas son fundamentales para lograr un desarrollo tecnológico innovador y ser el centro sistémico que estimule el desarrollo de un ecosistema específico en su área.
- El desarrollo de capacidades competitivas de una empresa requiere tiempos prolongados, por lo que se necesitan líderes comprometidos que mantengan la continuidad de los esfuerzos innovadores.
- Para que una empresa logre un desarrollo innovador que pueda ser internacionalmente competitivo debe buscar alianzas internacionales, seguir las tendencias y normas tecnológicas internacionales, mantener un aprendizaje continuo, realizar actividades de I+D como base de su desarrollo y tener siempre un alto nivel de excelencia en todo lo que hagan.
- Las universidades deben ir creando espacios de formación, experimentación e investigación en las áreas tecno-científicas relacionadas con los grandes proyectos innovadores.
- Hay que asegurar medios de financiamiento para apoyar a las organizaciones innovadoras para complementar los fondos propios mediante los que suministran las instituciones del gobierno, capital de riesgo y fondos internacionales.
- El Estado debe crear centros de investigación públicos y/o privados específicos, en las áreas en que se esté trabajando de manera innovadora, como apoyo fundamental para que el país avance científica y tecnológicamente en esos sectores.
- Las relaciones de las grandes empresas y organizaciones innovadoras con empresas, centros de investigación y organismos internacionales es fundamental para mantenerse al día y para proyectar las capacidades e imagen del país.

5.2. Segunda aproximación: Organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación

COTEC, por allá por el año 2000, amplió la visión del Triángulo de Sábato (ahora el modelo de innovación de triple hélice según la teoría de Etzkowitz y Leydesdorff). En España se ha seguido la definición de cinco agentes propuestos en el libro blanco, en los que se detallan más los que forman la academia. Lo más importante de esa clasificación, en mi apreciación, es la identificación de diversos agentes de gran importancia en el

Sistema de Innovación. Por una parte separan a las universidades de los centros de investigación, lo que parece lógico ya que éstas cumplen varios roles, hacen investigación, sobre todo básica, pero también hacen formación y en menor proporción extensión. Darle un espacio separado al financiamiento es también importante, así como incluir a los sistemas de información y a las actividades de apoyo, como pueden ser la normalización y otras.

Como en el Sistema de innovación se interrelacionan numerosos agentes, las simplificaciones de que solo sean tres: oferta, demanda y reglas del juego, parecen insuficientes en un Sistema Nacional de CTI cada vez más complejo. La ampliación de los actores facilita comprender mejor el funcionamiento de los sistemas de innovación y explicar los éxitos y las dificultades en distintos países.

En España, el Ministerio de Ciencia e Innovación es el organismo central actual del Gobierno responsable del funcionamiento del SECTI y encargado de la política gubernamental en CTI. De él depende un gran conjunto de centros de investigación: energía, salud, investigación polar y marítima, astrofísica y astronomía, las redes telemáticas para I+D+i, un sincrotrón y otros centros avanzados en física, así como organismos regionales de los que se ocupan las Comunidades Autónomas y un gran número de parques científicos y tecnológicos. La inversión fundamental en el desarrollo de las infraestructuras la ha asumido el Estado. Eso muestra que el Estado Español tiene una y muy grande responsabilidad en los resultados del país en CTI. Parece necesario estudiar más en detalle cuáles son las relaciones entre las instituciones gubernamentales y el tejido industrial, empresarial, para ver su contribución a la economía productiva innovadora. Debe resaltarse también la relación que el Estado establece con las grandes instituciones e instalaciones internacionales, sobre todo porque el papel de la Unión Europea ha sido y sigue siendo determinante en el desarrollo de España en todos sus sectores, incluido el ámbito de ciencia, tecnología e innovación.

Se ve claramente que es necesario llegar a acuerdos políticos para unir esfuerzos de todos los agentes sociales, públicos y privados, de manera continua, coherente y a largo plazo para poder asegurar progreso en el desarrollo y aplicación de la ciencia y la innovación, evitando perturbaciones y retrasos cuando se den cambios de gobierno, de partidos, con diferentes intereses, enfoques o ideologías.

Parece imprescindible que el sector empresarial participe en la definición, planificación y desarrollo de estrategias, políticas y planes de desarrollo de CTI, conjuntamente con el Estado.

Las importantes diferencias entre los resultados en i+D+i de España y los de otros países europeos y mundiales, sobre todo por la débil participación empresarial, nos hacen dudar de la eficacia del complejo sistema organizativo y de planificación centralizado en el Gobierno. Sin despreciar su necesidad y funcionalidad creo que hay que ingeniar nuevos enfoques para que sean las empresas quienes más se ocupen de desarrollar sus capacidades de innovación. Deberán participar más efectivamente en la planificación y toma de decisiones y hay que intensificar la formación de su personal, a todos los niveles en relación con la gestión de la innovación.

Lo logrado hasta ahora muestra que el Sistema Español de Innovación ha madurado pero que todavía es incompleto. Esto nos dice que los tiempos de desarrollo del sistema de innovación son necesariamente largos, necesitándose continuidad, organización, recursos y apoyo político claro.

Aprendizajes

- Un Sistema Nacional de CTI es altamente complejo. Además de los tres pilares fundamentales: empresas, academia y Estado, es necesario incluir otro conjunto de empresas y organizaciones de apoyo que son imprescindibles: el sector

financiero, los sistemas de información, los de servicios, los institutos de normalización y pruebas, etc., así como la participación de la sociedad organizada.

- Las empresas deben participar en la definición y desarrollo del SNCTI.
- El papel del Estado es fundamental para el desarrollo del SNCTI. Funciones principales:
 - Planificar el desarrollo de la CyT más conveniente para el país tomando en cuenta las capacidades y recursos existentes en el país y las condiciones del entorno internacional.
 - Establecer las regulaciones que guíen y estimulen el desarrollo de CTI en el país,
 - Garantizar que se dediquen importantes inversiones y que éstas sean beneficiosas para las empresas y para el país.
 - Asegurar que existen sistemas que aseguren una adecuada gobernanza del SNCTI y la participación efectiva de los diferentes agentes.
 - Establecer políticas e instrumentos entre el Estado y el sector Empresarial y negociar acuerdos para estimular la inversión y una fuerte dedicación de las empresas a actividades innovadoras.
 - Desarrollar sistemas de información sobre el desarrollo de los procesos en CTI.
 - Fomentar la formación de personal para el desarrollo en CTI.
 - Las reglas del juego deben ser claras y estimulantes para generar confianza y entusiasmo para que las personas y las empresas se dediquen a estas actividades.
 - Parece necesario establecer cuáles son los sectores económicos/industriales en los que el país puede ser más competitivo innovando, para facilitar su desarrollo.
 - Un acuerdo político a mediano plazo sobre la necesidad y las características del SNCTI a desarrollar es necesario para asegurar su funcionamiento y desarrollo de manera continua y coherente.
 - Dada la experiencia del Estado español en el desarrollo del SECTI parecería conveniente ponerse de acuerdo con él para tener apoyo en el desarrollo del SNCTI en Venezuela.

5.3.Tercera aproximación: El SNCTI y la sociedad del conocimiento

El manejo de la información y el conocimiento son aspectos claves en la transformación de la sociedad actual a una organización cuya economía y organización social están basadas en esos aspectos.

COTEC ha contribuido de manera decisiva a la difusión del conocimiento en la materia. Es imprescindible para que los profesionales interesados en CTI estén al día en el tema. Debe destacarse que en España existe actualmente un gran número de personas profesionalmente preparadas en el campo de las teorías, de las políticas y actividades de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Eso se refleja en la calidad de los trabajos de planificación, seguimiento y organización institucional de la Administración española, en la calidad de los documentos y propuestas que se preparan a nivel público y privado y en el de las discusiones en este campo.

El Gobierno desde hace tiempo encomendó al Instituto Nacional de Estadística la recolección y difusión de información detallada sobre el funcionamiento de las empresas en esta área y sobre las actividades de I+D+i. Lo ha venido haciendo regularmente desde hace años, apegados las normas y recomendaciones internacionales. En el año 2011 el Ministerio estableció el Sistema de Información CTI (SICTI) como instrumento de captación y análisis de todo lo que financia el Estado en CTI. El SICTI

produce los indicadores necesarios para el seguimiento y evaluación de las políticas en mucho detalle.

En el año 2010 España había creado la colección de Normas Técnicas [UNE166000](#) relacionadas con diferentes aspectos del desarrollo y la gestión de las actividades de innovación para ayudar a las empresas a utilizar métodos efectivos. También se usan para la preparación de «informes motivados», que permiten disfrutar de las exenciones fiscales y otras cargas impositivas cuando se demuestra que la empresa está innovando. Ha sido en 2019 cuando la International Organization for Standardization (ISO) ha creado una familia de normas semejantes a las que hizo España hace años.

Para una sociedad de la información y el conocimiento la transferencia de conocimientos y tecnología producida por las universidades y centros de investigación para que las empresas puedan convertirlas en innovaciones que muevan la economía es fundamental. España creó en 1988 el concepto y forma de funcionamiento de organizaciones de interfaz denominadas OTRIS (Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación), creadas para facilitar la vinculación entre oferta y demanda de conocimientos. Hoy día existe una RedOTRI que ha cumplido un papel importante en la creación de empresas emergentes (startups o spinoff). Muchas universidades y otras organizaciones las estimulan y dan facilidades. Existe una Asociación Española de Startups que indicaba que en 2020 habían 215 incubadoras y aceleradoras en España, distribuidas en diferentes Comunidades Autónomas.

Aprendizajes

- Es necesario facilitar la dedicación de profesionales a los estudios sobre historia y gestión de CTI para que hagan aportes al conocimiento en este área.
- La realización de las actividades de CTI en los organismos públicos debe estar a cargo de personas calificadas, que tengan esos conocimientos.
- Es imprescindible que existan organizaciones públicas y privadas que se dediquen a la obtención, análisis y difusión regular de información sobre el funcionamiento y los resultados del SNCTI.
- Hay que definir cuáles son las estadísticas que debe producir el instituto nacional de estadística sobre CTI. Un convenio con el INE español podría permitir avanzar rápidamente en una buena implementación
- Es importante acelerar el proceso de adopción y adaptación de las normas UNE166000 y el de las actuales normas ISO sobre gestión de CTI, así como formar al personal de las empresas y a consultores, para que sean utilizadas regularmente en las empresas, facilitando así sus procesos de innovación
- Es necesario que las universidades y centros de I+D+i desarrollen Oficinas de Transferencia de Tecnología. Parece conveniente que estas instituciones usen como referencia el modelo de las OTRIS para desarrollar una red y establecer procedimientos comunes. Hay que formar personal para su utilización. Suscribir convenios con la organización española para este fin puede ser muy beneficioso.
- Hay que desarrollar sistemas de financiamiento ágil para startups, tanto en el sistema bancario como organizaciones de capital de riesgo, garantías recíprocas y ángeles de negocio.

5.4.Cuarta aproximación: ¿Existe potencial en emprendimiento e innovación?

Los estudios realizados acerca de la innovación de las empresas españolas a lo largo del tiempo muestran que el número de empresas con actividades de innovación es muy reducido, que las que se realizan son mayormente organizativas, de formación y de adquisición de equipos y software. Se señala la existencia de barreras que dificultan la

innovación: falta de fondos y de financiamiento, elevado coste de la innovación, baja demanda de bienes y servicios innovadores.

España está muy por detrás de los países europeos en la exportación de productos de alta tecnología. Las importaciones duplican las exportaciones de alta tecnología. Sin embargo en algunos sectores avanzados como aerogeneradores y energía termo-solar son de los primeros de Europa.

Hoy día, en España se maneja el concepto de ecosistema de emprendimiento de startups, como entorno físico y digital en el que se relacionan fácilmente empresas innovadoras, instituciones públicas, universidades, centros de investigación e inversionistas, para que las ideas innovadoras tengan éxito económico. En el ecosistema deben existir personas bien dispuestas y preparadas, con actitudes y comportamientos positivos para arriesgarse y superar dificultades.

El Gobierno en 2022 aprobó una ley para el emprendimiento, creó una Empresa Nacional de Innovación, una Estrategia España Nación Emprendedora y nombró un Alto Comisionado para apoyar la creación y desarrollo de startups. Como es muy reciente no se saben todavía sus efectos.

En España existen redes que se ocupan del financiamiento a las startups, redes de capital de riesgo y redes de Business Angels, así como legislación que regula el funcionamiento de estas instituciones. Parece, sin embargo, que la burocracia es muy lenta para la gestión de las diferentes ayudas.

En la mayoría de las universidades se difunde la cultura emprendedora y se apoya la creación de empresas con jornadas y cursos formativos. Ciertos autores consideran, sin embargo, que la importancia del emprendimiento innovador en las universidades es todavía más testimonial que estratégico. Hay un Observatorio de Emprendimiento Universitario y una Red Emprendia, desde hace 10 años, en los que participaron numerosos estudiantes. Hay también importantes iniciativas de emprendimiento en las Escuelas de Negocio y en las Alcaldías.

Estudios realizados sobre el espíritu emprendedor de los universitarios en España indican que los emprendedores universitarios españoles están por encima de la media europea con proyectos en desarrollo. España estaría posicionada como cuarto (4º) país europeo con mayor número de startups. Un alto porcentaje de los emprendedores universitarios españoles tienen estudios de posgrado, maestría y doctorado. El 90% de las empresas innovadoras son muy pequeñas y los emprendimientos muy recientes. El problema de financiamiento es grave, la gran mayoría (80%) usan fondos propios o de familiares y amigos, el resto busca financiamiento externo, inclusive extranjero.

El movimiento de las startups se va organizando, existiendo una Asociación Española de Startups, En España hay actualmente numerosas incubadoras y aceleradoras. Muy recientemente, en 2022, se ha aprobado una ley para fomentar el ecosistema de emprendimiento y otros instrumentos, lo que muestra el interés del estado en este campo.

El financiamiento es una de las mayores dificultades de las startups. En España se han desarrollado muchas organizaciones de capital privado que ofrecen capital de riesgo (más de 300 sociedades). Hay también una Asociación Española de Business Angels Networks, fundada en 2008.

El ecosistema emprendedor español se va consolidando. Se espera que las nuevas políticas públicas faciliten verdaderamente la apertura de nuevos negocios y faciliten la obtención de capital-riesgo, financiamiento privado, incentivos fiscales y apoyo financiero. Se necesita de todas maneras establecer métodos ágiles para que las aprobaciones lleguen rápidamente a las startups.

Aprendizajes

- Para que las empresas innoven hay que facilitar la formación en gestión de la innovación, tanto al personal directivo como al personal gerencial y operativo.
- Hay que precisar en qué sectores es más conveniente hacer esfuerzos de innovación para mejorar la competitividad internacional y la productividad nacional.
- Deben evaluarse las posibilidades que ofrece la innovación en las nuevas tecnologías y la digitalización.
- Hay que crear condiciones para facilitar el desarrollo de ecosistemas de emprendimiento y de startups, facilitando instrumentos ágiles de acceso al financiamiento y a la información.
- Hay que facilitar la formación de los jóvenes en los conocimientos de emprendimiento y gestión para estimular y hacer que sean efectivas sus iniciativas.
- Hay que introducir la formación sobre CTI y sobre emprendimiento en todos los niveles del sistema educativo y en las Escuelas de Negocios.
- El desarrollo del sistema de emprendimiento es lento y requiere que su ámbito institucional de desarrollo se vaya ampliando para ir incorporando a las personas y a las instituciones docentes, científicas, empresariales, financieras y de gobierno con programas estimulantes.
- Es imprescindible ir creando un sistema de financiamiento de capital de riesgo.
- El Estado debe producir políticas específicas para facilitar el desarrollo del ecosistema de emprendimiento.

5.5. Quinta aproximación: ¿Qué están diciendo los indicadores internacionales?

España está clasificada internacionalmente como la 14ª economía del mundo y la 4ª en la economía europea. Según los indicadores internacionales más utilizados, el Monitor Global de Emprendimiento (GEM) y el Índice Global de Innovación (GII), su clasificación es positiva en algunos aspectos pero insuficiente en otros y variable en los últimos dos años.

Al evaluar el índice NECI se destaca que en el ámbito mundial los países que tienen condiciones más favorables para el emprendimiento corresponden a países que están apostando fuertemente por el desarrollo (Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Taiwán, India). España según el GEM descendió fuertemente de 2021 a 2022.

Los análisis muestran que el nivel de emprendimiento en España es todavía bajo pero hay importantes iniciativas y potencial, destacándose como aspectos a mejorar los relacionados con las políticas, apoyo, relevancia del tema, falta de programas gubernamentales, excesivas cargas impositivas y burocráticas. También las dificultades para la obtención de financiamiento, las normas culturales y sociales y la falta de una adecuada transferencia de I+D a las empresas.

Aspectos que el GII ha considerado importantes en España son su desarrollo en las TIC y la importancia de la matriculación universitaria. Sin embargo, muchos analistas señalan que hay importantes debilidades en este campo.

La alta posición en la publicación de documentos científicos, reconocidos internacionalmente por las editoriales más importantes del mundo, como tercera fortaleza, evidencia los resultados que el gobierno destaca en sus análisis sobre el apoyo dado al funcionamiento de la ciencia en España.

La revisión de las principales debilidades (bajísimo nivel en el crecimiento de la productividad en el trabajo, bajo nivel en la formación bruta de capital de trabajo, bajo nivel de importación de altas tecnologías, bajo nivel de gastos en educación, de la política para hacer negocios, de la movilidad del personal universitario y de la

colaboración universidad-industria) corresponde bien a las críticas que hacen importantes analistas al funcionamiento del Sistema Español de CTI, desde hace tiempo. Son aspectos que indican como insuficientes los esfuerzos tan detallados que el Estado realiza para la planificación, el desarrollo institucional y la gobernanza del Sistema Español de CTI.

Estos dos monitores internacionales (GEM y GII) permiten que los países se comparen, pudiendo evidenciar mejor en que sectores se debe mejorar. Estos monitores no solo dan detalles de muchos indicadores en muchos países, también evalúan las tendencias económicas y tecnológicas en relación con la innovación y el emprendimiento.

Complementan muy bien los análisis internos y por ello deben ser parte importante de cualquier estudio sobre el desarrollo científico y tecnológico de los países.

Aprendizajes

- El seguimiento y análisis de los distintos indicadores internacionales es una magnífica fuente de información, que combinada con las opiniones de expertos nacionales y con los diagnósticos formales de las instituciones gubernamentales en la materia ayudan a introducir los correctivos necesarios para mejorarlos.
- Es importante desarrollar una cultura científica crítica en los investigadores jóvenes para que sus trabajos puedan tener el nivel que permita que sean aceptados como publicaciones de nivel internacional.
- Para que aumente el número de patentes se necesita que las empresas estén innovando efectivamente. Es un aspecto que debe estudiarse profundamente para identificar las causas y establecer nuevos enfoques y nuevos instrumentos, discutiéndolos conjuntamente con las empresas a las que habría que darles mayor participación en la preparación de los planes y la organización del SECTI.
- Será necesario facilitar la formación para que sepan estudiar y preparar la documentación, así como facilitarles los medios y el acceso a los recursos económicos para la presentación de sus propuestas de patentes a los organismos nacionales e internacionales que se ocupan de este campo.

5.6. Sexta aproximación: ¿Por qué un SECTI de calidad tiene resultados deficientes?

Parece paradójico que un SECTI que cuenta con infraestructuras científicas de alto nivel; que ha progresado regularmente desde que existe un gobierno democrático abierto al mundo; que en algunos sectores de tecnología compleja y de vanguardia ha podido crear una industria de carácter y nivel mundial; que ha ido creando personal e instituciones dedicadas plenamente a la ciencia y la tecnología que están al día con los conocimientos más actuales en este campo; que tiene un sistema de gobernanza bien estructurado; que el Gobierno tiene un marco institucional que se ocupa de los asuntos relacionados con la I+D+i; y que ha estado apoyado fuertemente por la Unión Europea para su desarrollo mediante el suministro de fondos y el contacto con el Sistema Europeo de CTI no haya podido lograr, en un período de unos 40 años estar a la altura de los países europeos, sobre todo cuando otros países han podido avanzar más rápidamente.

La gran centralización en el Estado del desarrollo del SECTI hace dudar de su efectividad, cuando desde hace años se ha planteado la baja inversión e innovación de las empresas. Eso indica que sería conveniente indagar más profundamente cuáles son los factores más influyentes para lograr que las empresas sean más activas en la innovación y el uso de los conocimientos CyT y buscar nuevos enfoques e instrumentos para mejorar los resultados.

Aprendizajes

- Hay que investigar más profundamente cuáles son los factores que determinan las posibilidades de éxito del desarrollo de CTI en un país, cuáles son las medidas que no se han tomado que afectan el funcionamiento más efectivo tanto de las empresas como de las organizaciones del Estado y cuáles son las que van más allá de aspectos organizacionales y tecnocráticos.

5.7. ¿Cómo seguir adelante?

Al llegar aquí se ha observado que España ha avanzado muchísimo en la constitución de un Sistema Español de CTI, en el que hay un conjunto de instituciones gubernamentales para la planificación y la gestión de CTI y que la información sobre el funcionamiento del sistema está muy al día y se tiene capacidad de análisis para evaluar sus avances y problemas. Se hacen esfuerzos de alto nivel de innovación en algunas grandes empresas y se está organizando el desarrollo de un ecosistema de emprendimiento, etc. Pero finalmente las cifras indican que hay muchos retrasos en aspectos claves, al compararlo con los resultados de otros países europeos, lo que deja ver que es necesario seguir estudiando las razones que llevan a esos resultados.

Esas inquietudes nos llevaron a buscar razones culturales, psicosociales y políticas, para tratar de entender por qué España fue en otras épocas históricas un país avanzado, dominante y ahora no es capaz de ponerse al nivel de los países que la rodean, a pesar de grandes esfuerzos y éxitos en importantes actividades. En mi tesis de doctorado sobre el desarrollo de la industria informática en Brasil y la India me di cuenta de que la historia señala la existencia de aspectos culturales y políticos importantes que influyen en las decisiones de desarrollo e innovación. Por eso he decidido revisar la historia de España en relación con el desarrollo científico y tecnológico para tratar de identificar posibles claves políticas, culturales, ideológicas, que hayan tenido influencia mayor que los enfoques tecnocráticos que se determinan en las lecturas organizativas actuales que se pueden revisar.

Para completar este análisis se trabajará en otras dos partes. Una parte consistirá en un recorrido por la historia de España desde los inicios de su civilización, para relacionar sus procesos históricos de desarrollo políticos, culturales, sociales con los de CTI. Se finalizará esta etapa en el año 1986 cuando, ya en el sistema democrático actual, se aprobó la primera Ley de la Ciencia, que dio comienzo formal, serio y continuo a un desarrollo científico y tecnológico en España. En la Parte III se estudiará cómo se ha llevado el proceso de desarrollo científico-tecnológico desde esa Ley de la Ciencia de 1986 hasta ahora, para reconocer cuáles han sido los factores que han permitido producir los éxitos actuales y otros resultados mostrados en esta Parte I. [△](#)

Referencias bibliográficas. Parte I

- Álvaro, Arantxa. 2021. «Ecosistema emprendedor en España: Tendencias 2021», *Sage Advice*. Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://www.sage.com/es-es/blog/ecosistema-emprendedor-en-espana-tendencias//>
- ATL EUROPA. 2022. «Inversión y Exportación de Tecnología con Alta Intensidad en I+D+i en España». Consultado el 9 de enero de 2023. <https://www.atleuropa.es/inversion-y-exportacion-de-tecnologia-con-alta-intensidad-en-idi-en-espana/>.
- Autónomos y emprendedores. 2023. «Sólo 30 de 84 universidades enseñan emprendimiento», *Autónomos y emprendedores*. 2023. Consultado el 6 de enero de 2023. <https://www.autonomosyemprendedor.es/articulo/actualidad/treinta-universidades-ensenan-emprendimiento/20180228183054015574.html>.

- CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas).2023. Consultado el 12 de enero de 2023. <https://www.ciemat.es/>.
- Delgado, Ana. 2021. «Mapa del emprendimiento en España; sectores, edad, sexo...», *Emprendedores*, 15 de septiembre de 2021. Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://www.emprendedores.es/ayudas/ayuda-crear-empresa-negocio/mapa-emprendimiento-2021/>.
- Empresas. 2022. «Se afianza el espíritu emprendedor universitario en España», *Empresas*. (revista digital). Consultado el 6 de enero de 2023. <https://gdempresa.gesdocument.com/noticias/emprendimiento-universitario-empresas>.
- GEM (Global Entrepreneurship Monitor). 2022. «Global Entrepreneurship Monitor 2021/2022 Global Report: Opportunity Amid Disruption». London, GEM. Consultado el 10 de enero de 2023. <https://www.gemconsortium.org/file/open?fileId=50900>.
- González, Manuel. 2021. «Los mejores Business Angels 2021», *El Referente*, 17 de noviembre de 2021, Madrid Consultado el 28 de marzo de 2023. <https://elreferente.es/ecosistema/lista-100-business-angels-espana/>.
- Inglada Galiana, María Elena. (2012): «Cien años de historia económica de una empresa eléctrica: Iberdrola». Consultado el 23 de septiembre de 2023. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/1004>.
- INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial). 2023. Consultado el 7 de enero de 2023. <https://www.inta.es/INTA/es/quienes-somos/>.
- Larraga, Vicente. (Coord). 2021. «3er. Informe sobre la ciencia y la tecnología en España». Consultado el 27 de diciembre de 2022. https://www.fundacionalternativas.org/storage/publicaciones_archivos/97bd52cd54b12cc64d36088f3cfd9527.pdf.
- Martínez Cabrero, José Manuel. 2014. «Los caminos a la innovación. Un viaje de reconocimiento en España y en Venezuela». Consultado el 24 de marzo de 2023. [Los caminos a la innovación. Un viaje de reconocimiento en España y en Venezuela – Revista CTS.](#)
- Renza, Libia. 2022. «¿Qué puede hacer España para posicionarse como un centro clave para la innovación y el emprendimiento? El nivel de madurez del ecosistema emprendedor español», *Pfstech*, 23 septiembre 2022. Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://www.pfsgroup.es/que-puede-hacer-espana-para-posicionarse-como-un-centro-clave-para-la-innovacion-y-el-emprendimiento/>.
- Rodríguez, Antonio. 2022. «El crecimiento imparable del ecosistema emprendedor español». Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://www.clubdelemprendimiento.com/blog/nuestros-emprendedores/crecimiento-imparable-ecosistema-emprendedor-espanol/>
- Sánchez García, José Carlos. y Brizeida. Hernández Sánchez (Eds.). 2018. «Emprendimiento en las universidades: perspectivas actuales y proyecciones futuras», *Ediciones Universidad de Salamanca*, Salamanca (España). Consultado el 6 de enero de 2023. <https://asociacionafide.com/wp-content/uploads/2018/10/2018-LIBRO-EDITOR-Y-CAPITULO-3as-EMPREDIMIENTO-EN-LAS-UNIVERSIDADES-16-05-2018-REV-JCSG.pdf>.
- Souto Pérez, Jaime E. 2013. «Innovación, emprendimiento y empresas de base tecnológica en España. Actores críticos e impacto sobre la competitividad de la economía». Consultado el 6 de enero de 2023. https://www.madrimasd.org/sites/default/files/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/Innovacion_emprendimiento.pdf.

TEDAE (Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio) 2018. «Agenda sectorial de la industria aeronáutica». Consultado el 6 de enero de 2023. <https://industria.gob.es/es-es/Servicios/AgendasSectoriales/Agenda%20sectorial%20de%20la%20industria%20aeron%C3%A1utica/Agenda-sectorial-industria-aeronautica.pdf>. 

Viaje histórico a la innovación española

Aprendizajes para América Latina

PARTE II

Historia de ciencia y técnica en España

José Manuel Martínez

PARTE II. Historia de ciencia y técnica en España

Introducción

El análisis de la situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en España nos ha mostrado la existencia de importantes capacidades, actividades, organización del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación. También se ha concluido que al compararse con los países europeos vecinos y más desarrollados se han encontrado importantes deficiencias en algunos aspectos. Eso nos ha llevado a querer explorar la historia de España en el desarrollo de la ciencia y la técnica porque en otras épocas pasadas España fue el primer país del mundo haciendo importantes aportes. Queremos ver qué otros factores, culturales, políticos, sociales influyeron positiva o negativamente en el papel de España a lo largo del tiempo. Esperamos así obtener aprendizajes que puedan ser útiles para ésta y para otras sociedades en relación con el desarrollo, prestando atención especial al desarrollo científico y tecnológico.

Los procesos civilizatorios se distinguen por la búsqueda organizada, la utilización y acumulación de conocimientos, así como por el desarrollo de técnicas que les permiten mejorar las condiciones de vida de los habitantes. En cada sociedad se va formando una conciencia y una memoria colectivas, se va desarrollando una forma de pensar y de actuar que caracteriza a esa civilización. Esto sucede durante una época, que puede ser más o menos larga pero no de manera continua, ni lineal ni totalmente creciente, está sujeta a cambios a lo largo del tiempo. Hay momentos de esplendor en los que el desempeño en distintos aspectos: económicos, sociales, culturales, políticos, militares es positivo y esa civilización supera a otras. Hay otros momentos en los que se desajustan los distintos componentes y puede haber estancamientos y retrocesos. Este proceso se repite. ¿Qué factores intervienen y condicionan el proceso de desarrollo?

Las razones y los factores que determinan o influyen en crear las circunstancias que determinan el carácter de cada momento histórico son complejos. Parece claro que en el desarrollo de la ciencia y de la técnica intervienen muchos factores, entre ellos: el nivel de conocimientos, las capacidades técnicas de la población, la economía, la relación con otras civilizaciones, la cultura. Muchas veces no se reconocen estas influencias o no se valoran adecuadamente y eso influye en las decisiones, en las políticas que buscan orientar el desarrollo.

Para lograr una buena comprensión de los factores que han influido en el desarrollo de la ciencia y la técnica en España se harán a veces largas y detalladas descripciones históricas. Se hace con la finalidad de visualizar las condiciones de desarrollo en las distintas épocas. Se han revisado numerosas referencias, exclusivamente por Internet y se dan todas las referencias.

En esta Parte II el trabajo se va a tratar de reconocer a lo largo de toda la historia de España qué era lo que sucedía en las distintas áreas; cultural, política, económica, social, y cuál era el estado y las iniciativas para el desarrollo y aprovechamiento de la ciencia y de la técnica. Se quiere descubrir qué relaciones hay entre los distintos factores. Se irá revisando la historia de España cronológicamente, identificando en distintos períodos cuál fue la situación económica, política y social y cómo se usó la técnica y se manejó el conocimiento. El reconocimiento de la historia de España se ha hecho consultando, siempre por Internet, los trabajos publicados sobre los diferentes aspectos históricos. Una simplificación de los indicadores internacionales de innovación va a servir de guía para la identificación de factores a lo largo del tiempo. Un aspecto derivado de este enfoque es la atención que se presta a la revisión de la producción artística, por su importancia en el desarrollo de las capacidades creativas de la población. Se tratará de identificar cómo se relacionan la creatividad artística y la creatividad científica y tecnológica. Para poder conocer mejor este área se revisan muchos artículos en los que se citan autores y obras, muchas veces desconocidos que fueron importantes en su tiempo.

Para caracterizar mejor el trascurso histórico político de España se ha elegido establecer períodos que se diferencian en importantes aspectos políticos, económicos, culturales. Están separados por hitos históricos que coinciden aproximadamente con los fines de siglo. Esta división se usa frecuentemente en la historiografía española. La división cronológica coincide, a veces casualmente, con la fecha aproximada de la muerte de algunos reyes (Felipe II -1598, Carlos II – 1700, Carlos IV -1808), o de eventos importantes como fue la invasión de España por Napoleón Bonaparte -1808, o la pérdida de la isla de Cuba con el fin de la guerra con Estados Unidos y el fin del imperio español -1898, que indicaron importantes cambios.

La abreviatura CTI se va a usar extensamente reuniendo los tres componentes, cada día más estrechamente vinculados. No fue así en épocas pasadas pero es una comodidad de lenguaje que sirve para abreviar la escritura y valorar su interrelación.

La división cronológica utilizada es la siguiente:

[La prehistoria española o España antigua](#): las primeras civilizaciones de la península estuvieron formadas por habitantes locales (los íberos, los tartesios y los turdetanos) principalmente y otros grupos que provenían de lugares lejanos, del mediterráneo -áfrica y medio oriente-, del norte y centro de Europa y que en sus migraciones, descubriendo nuevos territorios y buscando recursos, llegaron a la península donde se quedaron, aportando elementos de su cultura. Entre ellos, los fenicios, los griegos, los cartagineses, los celtas, los romanos, los germanos.

[Los romanos en España](#): Debido a su larga permanencia en España y sus grandes aportes se consideró tratarlos separadamente.

[Los musulmanes en España](#): También por sus aportes civilizatorios y larga estadía en la península se les dio un tratamiento particular.

[La conquista y colonización americana](#): En este período se unifica políticamente la península y se realiza la expansión, conquista y colonización del Nuevo Mundo, iniciando el imperio español, el de mayor extensión geográfica conocida y que produjo un importante flujo de conocimientos entre Europa y las nuevas tierras, con geografía, recursos y civilizaciones muy diferentes.

[Siglo XVI \(Los Austrias mayores\)](#): Es un período clave en España, la extensión geográfica y la consolidación del imperio español, que se cierra con la muerte de Felipe II en 1598.

Siglo XVII (Los Austrias menores): Con la muerte de Carlos II en 1700 se cierra un período distinguido porque la dirección de España la mantuvo la dinastía de los Austrias.

Siglo XVIII (Los primeros Borbones): Hay una nueva dinastía a cargo de la dirección de España, los Borbones, y en 1808 Napoleón Bonaparte invade España.

Siglo XIX (Los Borbones): En este siglo hay una primera experiencia republicana y se termina con la pérdida del imperio español y el surgimiento de un movimiento intelectual crítico y avanzado, reconocido internacionalmente, la generación del 98.

Siglo XX en España (Los Borbones, la II República, Las Dictaduras de Primo de Rivera y Franco, las Guerras Mundiales, la Democracia española): siglo complejo en el que se han dado avances científicos y tecnológicos no igualados históricamente, en el que se ha evolucionado muy rápidamente y en el que hemos pasado parte de nuestra vida personal.

Cronología de los diferentes gobiernos, por dinastías y siglos:

Reyes de España de la casa de Austria (1516-1700)

1516-1556: Carlos I (el César)

1556-1598: Felipe II

1598-1621: Felipe III

1621-1665: Felipe IV

1665-1700: Carlos II

Reyes de España de la casa de Borbón (1700-1808)

1700-1724: Felipe V

1724: Luis I

1724-1746: Felipe V (de nuevo)

1746-1759: Fernando VI

1759-1788: Carlos III

1788-1808: Carlos IV

1808: Fernando VII

Reyes de España de la casa de Bonaparte (1808-1813)

1808-1813: José I

Reyes de España de la casa de Borbón (primera restauración) (1813-1868)

1813-1833: Fernando VII (de nuevo)

1833-1868: Isabel II

1868-1870: Francisco Serrano y Domínguez (Presidente del Gobierno provisional (octubre 1868-febrero 1869), Presidente del Poder ejecutivo (febrero 1869-junio 1869) y Regente del Reino de España (junio 1869-1871)

Reyes de España de la casa de Saboya (1871-1873)

1870-1873: Amadeo I

Primera República (1873-1874)

Febrero de 1873 - Junio de 1873: Estanislao Figueras

Junio de 1873 - Julio de 1873: Francisco Pi y Margall

Julio de 1873 - Septiembre de 1873: Nicolás Salmerón

Períodos de gobierno a partir de 1516:

- [Casa de Austria \(1516-1700\)](#)
- [Casa de Borbón \(1700-1808\)](#)
- [Casa de Bonaparte \(1808-1813\)](#)
- [Casa de Borbón \(primera restauración\) \(1813-1868\)](#)
- [Casa de Saboya \(1871-1873\)](#)
- [Primera República \(1873-1874\)](#)
- [Casa de Borbón \(2ª restauración\)](#)
- [Segunda República \(1931-1939\)](#)
- [Dictadura de Franco \(1939-1975\)](#)
- [Casa de Borbón \(3ª restauración\)\(1975-- \)](#)

Septiembre de 1873 - Enero de 1874: Emilio Castelar
Enero de 1874 - Diciembre de 1874: Francisco Serrano y Domínguez
Reyes de España de la casa de Borbón (segunda restauración) (1874-1885)
1874-1885: Alfonso XII
1886-1931: Alfonso XIII
Segunda República (1931-1939)
1931-1936: Niceto Alcalá-Zamora
1936-1939: Manuel Azaña
Dictadura de Franco (1939-1975)
1939-1975: Francisco Franco
Reyes de España de la casa de Borbón (tercera restauración) (1975-)
1975-2014: Juan Carlos I
A partir de 2014: Felipe VI

Se finalizará esta sección en el año 1986, cuando el gobierno democrático, pasados los primeros años de la transición de la dictadura a la democracia a la muerte del General Francisco Franco, aprobó la Primera Ley de la Ciencia, con la cual se inició un desarrollo científico y tecnológico planificado, al estilo del que se venía dando en los países más industrializados y avanzados económicamente y que era el objetivo a lograr para el nuevo período.

En otra sección se completará el análisis histórico estudiando en detalle lo sucedido desde la aprobación de la Ley de la Ciencia hasta ahora. Se quiere identificar también qué otros elementos hay que tomar en cuenta para explicar los avances en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en España.

La revisión histórica realizada en esta Parte II, se unirá a los análisis de las partes I y III para identificar qué factores han ayudado o perjudicado en distintas ocasiones a que España haya tenido avances y retrocesos importantes en el desarrollo científico y tecnológico. En todo momento hay una pregunta inquietante que nos pone a trabajar: ¿por qué España está todavía retrasada en comparación con los países más avanzados a pesar de la importancia de su economía y de los muchos esfuerzos organizativos en los últimos tiempos? El objetivo fundamental de esta parte del trabajo es ver qué podemos aprender de la experiencia española. ¿Cuáles son los factores que deben considerarse para orientar bien el desarrollo científico, tecnológico y la innovación? ¿Qué debe evitarse para retroceder o quedarse estancados o atrasados?

Para evaluar los aprendizajes de una forma más objetiva, en vez de definir personalmente los criterios se han seleccionado y adaptado algunos de los definidos por el [Global Innovation Index \(GII\)](#) que es una medida aceptada internacionalmente. Se recorre la historia en los distintos períodos históricos y finalmente se reflexiona sobre lo leído y se establecen cuáles son los principales aprendizajes a tomar en cuenta para definir políticas de desarrollo científico y tecnológico.

Los criterios de evaluación seleccionados son los siguientes:

- El contexto socio-económico, político y cultural e institucional, expresado como modelo de desarrollo y como práctica mediante un ambiente regulatorio y legal, incluyendo el estado de la industria, de la técnica y el origen y nivel de los conocimientos técnicos y científicos.
- El mercado: Las características de las necesidades y demandas de la sociedad, su sofisticación, extensión nacional e internacional y el ambiente para hacer negocios.
- Las personas (capital humano), las características y nivel de dirigentes, empresarios, trabajadores y usuarios; sus valores, visión, capacidad de liderazgo y atributos, tales como habilidades, nivel económico y educativo.

- Las infraestructuras: las instituciones existentes y las que se crean para actividades relacionadas con el desarrollo y el apoyo a la ciencia, tecnología e innovación.
- La producción de nuevos conocimientos y de aplicaciones innovadoras mediante la realización de actividades con ese objetivo, de recursos para ello y los impactos que esas actividades tienen en el nivel de desarrollo.
- La producción creativa en el arte y el fomento a la creatividad y la investigación.

Se revisará lo expuesto en las diferentes partes para resaltar y sintetizar lo que corresponde a cada uno de estos aspectos, concluyendo con la identificación de cuáles son los principales aprendizajes que se derivan de este trabajo. En otro trabajo los utilizaré para proponer recomendaciones que deberían tomarse en cuenta para la definición de políticas y acciones para impulsar el desarrollo científico y tecnológico y la innovación para Venezuela. [△](#)

Capítulo 6. La ciencia en España en la antigüedad

La península Ibérica fue lugar de confluencia de pueblos ya establecidos en ella (íberos y tartesios) con otros originados en el mar Mediterráneo europeo (romanos y griegos), africanos y de Asia Menor (fenicios, cartagineses, bereberes, árabes y judíos), también provenientes del norte y centro de Europa (celtas, germanos). Cada uno de estos pueblos aportó sus conocimientos.

«La historia de la ciencia en España se ajusta bien a su historia sociopolítica» (Sánchez 2020). En esta obra se muestra la influencia que tuvieron libros escritos en España en los trabajos de otros filósofos y estudiosos en los países europeos en siglos antiguos.

6. La técnica de los primeros pobladores de España

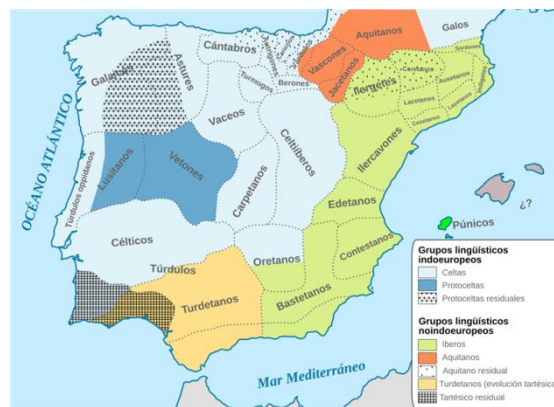


Figura 12. Primeros pobladores de España

Fuente: Historia. Hational Geographic

Antes de que los romanos o los griegos llegasen, España ya estaba habitada por varios pueblos procedentes del mediterráneo. Entre los primeros pobladores de la península ibérica se distinguen tres grupos principales: los tartesios, los turdetanos, los íberos y los celtas, aunque estos estaban divididos en tribus y algunos autores los clasifican y subdividen más ampliamente. Estos grupos vivieron en la península durante la Edad Antigua junto a los primeros colonizadores--los griegos, los fenicios y los cartagineses. Los íberos tenían una economía agraria y también basada en la caza y la pesca. No

quedan importantes restos arquitectónicos, pero sí escultóricos. Los celtas, raza nórdica, llegaron a la península hacia el 800 a.C., fueron pastores y agricultores, se conservan restos de cerámica y tejidos.

La única fuente disponible para el estudio de estos pueblos antes del primer milenio a.C. es la arqueología. Fueron los fenicios y los griegos quienes dejaron constancia escrita de ellos por primera vez. Estos, provenientes de la cuenca mediterránea, llegaron a partir del primer milenio a.C. La caída de los babilonios en el siglo VI a.C. hizo que los fenicios se retiraran y su puesto fue ocupado por los cartagineses²⁶.

Los pueblos ibéricos comerciaban con ellos, importaban objetos de prestigio para las élites, recibieron el alfabeto y los dioses, y comerciaban con recursos naturales, sobre todo metales: oro, plata y cobre. La arqueología ha sacado a la luz numerosos restos - principalmente cerámicas y armas. Las culturas de la península poseían recursos y tecnologías diversas. Eran expertos en la metalurgia y fabricaban herramientas y armas. Eran pueblos guerreros.

En los yacimientos se han encontrado estructuras que han sido identificadas como hornos para cocer la cerámica, lo que apunta a una producción a escala industrial²⁷. La agricultura era de sobrevivencia.²⁸

Los iberos cultivaban cereales y la ganadería, hacían tejidos de lino y producían objetos de cerámica y metalurgia. Los poblados eran núcleos proto-urbanos, y es a partir del siglo V a.C. cuando puede hablarse ya de ciudades. Construyeron edificios, murallas, tumbas, monumentos y algunas esculturas. La Dama de Elche es seguramente la escultura más conocida de la cultura íbera. Representa a una dama de la élite y en su detallada elaboración se puede apreciar el alto grado de desarrollo artístico de esta cultura.

Durante el I milenio a.C. llegaron a la península otros pueblos colonizadores del Mar Mediterráneo oriental: fenicios, griegos y cartagineses. A finales del siglo III a.C. llegaron los romanos.

Los griegos tenían interés en la búsqueda de metales pero también debido a la superpoblación y la escasez de tierras veían en la colonización una salida para su población. Buscaban también una fuente de abastecimiento de alimentos. Fundaron algunas colonias y ocuparon otras en la costa oriental mediterránea de la península y en la zona de Huelva, algunas de ellas fueron importantes para el comercio. Los colonos griegos en la península fueron principalmente pescadores, pequeños agricultores y comerciantes, también aprovecharon el comercio de los productos mineros de la zona de sus colonias, explotadas por los aborígenes. A pesar de que los griegos estuvieron en la península (Iberia²⁹) el impacto griego en los pueblos del sur y del Levante de la península Ibérica fue muy escaso³⁰.

Los romanos luchando con los cartagineses llegaron a finales del siglo III a.C. Sus desarrollos se discutirán más adelante. [△](#)

²⁶ https://historia.nationalgeographic.com.es/a/pueblos-autoctonos-peninsula-iberica-antes-llegada-romanos_16793

²⁷ https://historia.nationalgeographic.com.es/a/iberos-adaptable-cultura-levante-peninsular_16806

²⁸ https://historia.nationalgeographic.com.es/a/antigua-iberia-tierras-frontera-y-encuentro-culturas_16820

²⁹ El término Iberia es de origen griego

³⁰ <https://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/los-griegos-en-la-pennsula-ibrica-siglos-viiv-ac-analogas-con-la-colonizacin-griega-en-el-mar-negro-clquida-0/>

Capítulo 7. Aportes del imperio romano

[El imperio romano](#) en la península Ibérica duró desde 218 a.C. hasta la llegada de los visigodos en 476 d.C., algo más de seis siglos. En este tiempo los romanos conquistaron Hispania³¹ para combatir a los cartagineses.

7. Ciencia y técnica en España en el Imperio Romano

La ciencia de la historia en Roma a diferencia de Grecia fue más modesta y de menor vuelo especulativo, pero no por ello menos importante, su menor profundización interpretativa se debió a que los romanos tenían una concepción más práctica de la vida, tal vez por ello sus mayores logros estuvieron en el campo del derecho (Ius) y la ley (Lex), como también en la construcción y administración de su mayor logro, la construcción política, económica, social y jurídica. (Cortés 2004).

Es así que los aportes del imperio romano en Hispania, más que referirse a la producción de conocimientos científicos y tecnológicos se debe hablar ahora de asimilación tecnológica y del modo de vida romano y su cultura por los pueblos residentes ahí, ya que los romanos estaban más avanzados que los pueblos de la península³².

Las vías romanas de Hispania



Figura 13. Las vías romanas en Hispania

Fuente: <https://www.latinyroma.es/l/las-vias-romanas-en-hispania/>

Los romanos se distinguieron en la aplicación de sus técnicas en agricultura, obras públicas y tecnología militar. Actuaron con un enfoque sistémico para organizar a la sociedad en ciudades.

³¹ Nombre que le pusieron los romanos

32 [1.3 Conquista Y Romanización DE LA Península Ibérica. Principales Aportaciones Romanas EN LOS - Studocu](#)

Desarrollaron también los distintos componentes de los sistemas: Artefactos complejos para uso civil (molinos hidráulicos, sistemas de calefacción central, aislamiento contra la humedad) y sistemas para uso militar (catapultas, ballestas, torres de asalto, faros, sistemas de calzadas). Se dedicaron también a la ingeniería de instrumentos (poleas, grúas, molinos)³³.

La sociedad en la Península se organizó a semejanza a la del Imperio³⁴ en su economía, legislación, infraestructuras, manifestaciones artísticas, cultura y lengua. La organización y desarrollo de ciudades fue un elemento clave para su dominación.

La sociedad romana estaba muy jerarquizada. En lo más alto de la sociedad estaban los «patricios», las familias más ricas, que poseían tierras y podían ocupar cargos políticos o participar en el Senado, eran libres y tenían derechos y privilegios. Después estaban los plebeyos, el grupo más numeroso, eran libres pero no ciudadanos romanos, sus derechos eran menores que los de los patricios, no podían gobernar y debían pagar impuestos a las clases más altas. En este grupo estaban los campesinos, los trabajadores sobre todo en la construcción, pequeños propietarios, artesanos y comerciantes. Los trabajadores se reunían normalmente por oficios, gremios que estaban también muy jerarquizados. Su vía de ascenso social era enrolarse en el ejército. Los plebeyos muchas veces se sublevaron para equipararse a los patricios. Por último estaban los esclavos, prisioneros de guerra o hijos de esclavos, que no tenían libertad ni derechos. Los romanos le dieron importancia a la familia, en la que la figura principal era el hombre (pater familiae), que como jefe de familia dependían de él todos los demás miembros, incluyendo a los siervos y los esclavos. Su poder (patria potestas) le permitía inclusive disponer de la vida de los miembros de la familia en cualquier momento. La mujer era cooperadora del hombre pero no podía ejercer cargos importantes de la vida pública ni ninguna actividad política, científica o artística.

Todos los patricios y los plebeyos aprendían a leer y escribir en latín y en griego. Se desarrolló un complejo sistema educativo de varias etapas perfectamente diferenciadas. En la primera etapa se aprendía a leer y a escribir en latín y en griego, en la segunda se aprendía: gramática, retórica y dialéctica y en la tercera: aritmética, geometría, música y astronomía. Siguiendo el modelo de la biblioteca de Alejandría se crearon también grandes bibliotecas. La cultura romana le dio mucha importancia al ocio, sobre todo al teatro, comedias y tragedias pero de carácter profano. El circo estuvo dirigido a un público menos refinado y a barreras y exhibiciones acrobáticas con caballos. En los anfiteatros tenían lugar las luchas de gladiadores y las luchas de fieras. La organización política de Roma era una tímida democracia. Los patricios se repartían el poder y los ciudadanos sólo podían escoger a sus representantes municipales³⁵.

Los romanos se aposentaron de manera definitiva en la península, mediante la conquista, guerreando con los pueblos que la ocupaban. Por eso hubo una íntima relación entre las necesidades militares y la ingeniería (el diseño y construcción de puentes de madera y de piedra, el equipamiento de los soldados y su armamento, la construcción de máquinas e instrumentos ofensivos). Los romanos aprovecharon los adelantos técnicos y conocimientos teóricos ya conocidos en otros pueblos, especialmente los griegos y fueron muy prácticos en su aplicación y mejora para encontrar soluciones a los problemas que iban surgiendo.

³³https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia_en_la_Antigua_Roma#:~:text=Los%20romanos%20se%20destacaron%20en,los%20puertos%20y%2C%20sobre%20todo%2C

³⁴ [1.3 Conquista Y Romanización DE LA Península Ibérica. Principales Aportaciones Romanas EN LOS - Studocu](#)

³⁵ <https://baluartepartedelarte.wordpress.com/2017/03/24/la-vida-cotidiana-en-la-hispania-romana/>

Una vez que se fue conquistando el territorio de la península, se fueron estableciendo ciudades en espacios generalmente despoblados, comenzando desde cero. Para los romanos la ciudad tenía gran importancia, el establecimiento de poblaciones era un punto fundamental del poder de Roma. Para la interconexión de las ciudades y para el desplazamiento de los soldados y el comercio desarrollaron importantes sistemas de vías de comunicación. Tenían también sistemas de comunicación a distancia, generalmente ópticos.

Para el desarrollo de las ciudades la industria de la construcción fue fundamental. Como había que asegurar las condiciones de vida en las ciudades se utilizaron técnicas de diseño urbano y de prestación de los servicios básicos, especialmente para el servicio de agua, lo cual llevó a importantes desarrollos de obras hidráulicas, acueductos, canales, puentes.

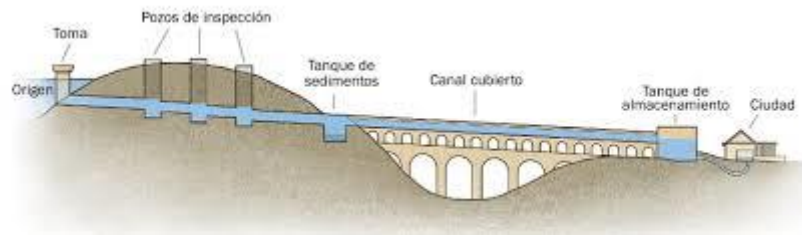


Figura 14. Obras de infraestructura romanas.

Fuente: <https://obrasdeinfraestructuraromanasticum.wordpress.com/>

En la ciudad se buscó mantener el modo de vida romano y su forma de organización social, con sus casas, construcciones para la administración, el foro, baños públicos, complejos termales, teatros, circos y coliseos. Esta industria produjo obras monumentales que todavía se conservan, como muchos acueductos, circos y coliseos y restos de palacios.

La industria de la construcción dio lugar al desarrollo de instrumentos y técnicas para el manejo de los materiales, sobre todo tallado de piedras, cementos para acoplarlas, sistemas de movilización y alzado.

El interés de Roma por Hispania se basó en las riquezas mineras. Inicialmente la propiedad de las minas era estatal, crearon empresas públicas para su explotación, administradas por publicanos que se enriquecieron rápidamente. Durante la dictadura de Sila, éste las puso en manos de particulares. En las minas trabajaron cientos de miles de esclavos, en condiciones terribles. Hispania se convirtió en un puntal económico de Roma. La minería fue una actividad importante. El conocimiento y las técnicas para identificación de minas, explotación de yacimientos, procesamiento y fundición, administración, y la metalurgia de plata, cobre, hierro, oro, plomo, mercurio.

Para la vida corriente se desarrolló la agricultura, así como la ganadería y la pesca. Las tierras fueron repartidas entre las tropas y se aplicó una legislación sobre propiedad de los terrenos utilizando técnicas de agrimensura. Pero se fue dando un cambio en la propiedad, pasando de pequeños campesinos a grandes latifundistas.

Las explotaciones básicas fueron el cultivo de la vid y la producción y exportación de vino y de aceite, la producción de cereales, frutas y verduras, pastos y la salazón de pescado. Hubo un importante comercio de aceite, de vino y salazones. También una importante industria artesanal: tejidos, joyerías, perfumerías, panaderías, vidrio,

herrerías, cuero, cerámicas, objetos de bronce, ánforas y otros envases³⁶. Hispania fue muy importante para Roma, tanto política como económicamente.

Los romanos, en Hispania, al igual que en Roma y el resto del imperio, tuvieron importantes expresiones artísticas en las diferentes ramas. Las más conocidas se refieren a la arquitectura, sobre todo por lo monumental y porque se han conservado hasta la actualidad. Muchas de esas construcciones tenían una finalidad de uso público (foros y faros, templos, basílicas, palacios, sepulcros y necrópolis, teatros, circos y anfiteatros, termas, acueductos, puentes y murallas).

El diseño urbanístico de las ciudades aparte de seguir lineamientos técnicos también seguía criterios artísticos en la definición de la localización de los diferentes tipos de inmuebles, tanto las viviendas familiares como las edificaciones de uso público, los monumentos, los mercados, las plazas, el diseño de la vialidad y el manejo de los sistemas hidráulicos. Se buscaba que la ciudad fuera práctica y agradable³⁷.

La pintura mural en las viviendas y en los edificios públicos fue abundante. Se usó como decorados, para escenas teatrales, para decoración arquitectónica simulando mármoles y columnas, para representar escenas paisajísticas, religiosas o épicas.

En la escultura se mantuvo la influencia griega, adaptada a la estructura política y social. La atención se ponía en el busto, acentuando los detalles del rostro. Se utilizó como modo de promoción política de la clase dominante. También sirvió para la ornamentación de los edificios públicos, mostrando las imágenes de los gobernantes y del emperador. Los materiales más utilizados fueron el mármol y el bronce.

Todas las artes anteriores se clasifican como arte mayor. El otro arte, [las artes menores](#) o artes suntuarias, comprende lo relacionado con la metalistería decorativa, las piedras preciosas grabadas, la joyería y la cerámica. Toda esta producción era para uso personal de las familias nobles y ricas. Se destaca la producción de vajillas de plata como elemento de distinción. La metalurgia también se usó artísticamente en las piezas del equipamiento de los soldados (cascos, vainas de espadas, cinturones).

Con piedras preciosas variadas se hacían gemas talladas para anillos o para adornar vasijas. Se produjeron joyas (collares, brazaletes, broches, cinturones con hermosas hebillas). También trabajaron los romanos con marfil y hueso. Se produjeron piezas con cerámica horneada, mayormente con carácter utilitario, para la exhibición o para el servicio de mesa. El vidrio fue usado extensamente, desplazando a la alfarería para copas y vasos.

En Hispania la orfebrería, la platería, la metalistería, la cerámica y el vidrio tuvieron gran desarrollo. La cerámica tradicional se usó para almacenaje y uso doméstico, con grandes tinajas esféricas y ánforas cilíndricos. Estas últimas se usaron para envasar y exportar muy exitosamente la salsa garum.

El conocimiento técnico, científico y filosófico estuvo muy relacionado en la época romana. Muchos de los romanos que se dedicaron a la política tuvieron importante acción militar y se dedicaron también a la reflexión filosófica y escribieron largas historias sobre distintos aspectos.

Para estudiar la situación de la ciencia en Hispania hay que recurrir a la [Ciencia en la Antigua Roma](#), porque, al menos en Internet, no ha sido fácil conseguir escritos directamente relacionados con la situación en Hispania. El imperio estaba muy centralizado y a veces algunos especialistas eran enviados a otras zonas del imperio, por ejemplo a Hispania, o mismamente los conocimientos manejados en Roma eran transmitidos a las colonias. Muchas veces los filósofos escribían en temas relacionados

³⁶ [Civilización romana \(rediris.es\)](#)

³⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Arte_romano_en_Hispania

con la ciencia y con la técnica, aunque esas no fueran su principal ocupación. También hay que destacar que algunos de los más importantes nacieron en ciudades griegas y tuvieron relación con Roma. Otras veces los especialistas romanos pasaron por España y escribieron acerca de sus aprendizajes y experiencias ahí.

Así comenzaré citando a [Marco Tulio Cicerón](#) (106-43 a.C.), político, filósofo, escritor, orador, quien ha sido considerado como uno de los autores más importantes de la [historia romana](#), y uno de los más grandes retóricos y estilistas de la prosa en [latín](#), con una importantísima carrera política. Entre sus muchas obras también dedicó un tiempo para escribir [De divinatione](#) (Sobre la adivinación), que se trata de una rica fuente histórica para conocer la concepción de la cientificidad en la antigüedad romana clásica. En relación con la técnica se hace referencia siempre a los escritos de [Plinio el Viejo](#), quien fue escritor, filósofo, político, militar y tuvo cargos administrativos y financieros en Hispania, donde fue procurador romano. En Hispania se familiarizó con la agricultura y con las minas del país. Hizo estudios e investigaciones recopilados en su obra [Naturalis Historiae](#) (Historia natural), que es una enciclopedia que pretendía abarcar todo el conocimiento que se tenía en esa época, incluyendo temas como astronomía, matemáticas, geografía, etnografía, antropología, fisiología humana, zoología, botánica, agricultura, horticultura, farmacología, minería, mineralogía, escultura, pintura y piedras preciosas. Esta obra fue muy usada hasta el siglo XVII al ser sustituida por investigaciones basadas en el método científico. Plinio escribió otros libros sobre historia de las guerras, tratado de caballería, etc.

Los romanos adoptaron la filosofía natural de los griegos dándole difusión, pero algunos romanos discutieron importantes conceptos filosóficos y de otros campos del conocimiento de autores griegos. En la medicina, aunque no hubo grandes avances, dieron algunos aportes que continuaron vigentes hasta el siglo XVI ([Asclepiades de Bitinia](#), [Dioscórides](#), [Galeno](#), grecorromanos y [Celso](#)).

Marco Porcio Catón (234-149 a. C.), conocido como [Catón el Viejo](#), fue un político, escritor y militar romano dedicado originalmente a la agricultura, que fue ascendiendo en cargos y fue nombrado procónsul en Hispania, donde dirigió una guerra de castigo contra los iberos. Escribió sobre técnicas de cultivo de la vid, el olivo.

Otro aporte destacable es el que realizaron los arquitectos romanos más importantes, sobre todo [Vitruvio](#), arquitecto de [Julio César](#) que escribió el tratado más antiguo sobre arquitectura, el único de la Antigüedad clásica, de diez libros, el último de los cuales está dedicado a las máquinas y todo tipo de artefactos bélicos, que muestra muchos de los conocimientos técnicos que dominaban los romanos. Curiosamente, en algunos estudios se descubrió que los arquitectos romanos estaban convencidos de que la malaria se propagaba a través de insectos o aguas pantanosas. Eso les llevó a dar prioridad a la construcción de acueductos para el suministro de agua potable, el diseño de baños públicos y la construcción de sistema de evacuación de excretas³⁸.

Hay que mencionar también a [Claudio Ptolomeo](#) (100-170) quien en su obra *Almagesto* describió el modelo de movimiento planetario, su obra populariza la idea geocéntrica del universo. Una parte importante fue también el calendario, base del calendario actual compuesto por años, meses, semanas, días, horas. La propuesta de calendario tuvo influencia griega y tuvo modificaciones a lo largo del tiempo.

Hispania dio a Roma varios emperadores ([Trajano](#), [Adriano](#) y [Teodosio](#)), también grandes filósofos e intelectuales. El más conocido [Lucio Anneo Séneca](#) (4-69 d.C.), filósofo, estadista, dramaturgo, moralista estoico, nacido en Córdoba pero que vivió mucho tiempo en Roma, donde tuvo gran participación política y ocupó altos cargos,

³⁸ https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia_en_la_Antigua_Roma

llegando a ser senador. Destacó como intelectual y como político. La madre de Nerón le encargó que lo educara. Dirigió la política estatal de Nerón pero finalmente se le ordenó suicidarse por estar vinculado a la conjura de Pisón.

Otros intelectuales nacidos en Hispania, destacados, son: [Marco Valerio Marcial](#), [Calcidio](#), [Quintiliano](#), [Lucano](#), [Prisciliano](#), la mayoría de ellos escritores, poetas, filósofos. Muy especialmente citaré a [Lucio Junio Moderato Columela de Gades](#), nacido en Cádiz (4 d.C-70 a. C.), quien trabajó y escribió sobre agricultura y botánica, pero también escribió sobre la trascendencia, la inteligencia, las ideas y el alma.

Quizás los aportes más importantes tuvieron lugar en aspectos más sociales. El latín como idioma oficial permitió la comunicación entre todos los territorios del imperio, dentro y fuera de la península, y facilitó el acceso al conocimiento acumulado por Roma, proveniente de Grecia, Egipto y otros países asiáticos. La legislación facilitó la estructuración social. El derecho romano como sistema jurídico fue tan importante que en España se utilizó hasta el siglo XIX cuando fue sustituido por el derecho napoleónico. [u](#)

Capítulo 8. Aportes de los musulmanes en Al-Ándalus

8. Situación político-económica en Al-Ándalus

En el año 409 entran en Hispania grupos provenientes del centro de Europa (suevos, vándalos y alanos) y Roma autoriza a los visigodos a asentarse en el sur de las Galias y a controlar los territorios de Hispania para controlar y expulsar a esos grupos invasores. Cuando el Imperio romano desapareció, en 476 los visigodos se independizaron pero fueron expulsados de las Galias por los francos, desplazándose hacia Hispania, a la que fueron dominando en todo el territorio, aposentándose hasta que los árabes entraron en el 711. Los árabes conquistaron Hispania y se asentaron en el sur. Fueron avanzando por toda la península hasta el norte, donde un visigodo que logró el apoyo de los astures los venció en la batalla de Covadonga, en el año 722, dando inicio a [la Reconquista](#). [El período visigodo](#) que duró tres siglos no se va a considerar, fue una transición entre dos grandes imperios.

Los musulmanes³⁹ estuvieron en la península Ibérica durante casi 8 siglos, desde el año 711 hasta 1492. A la península llegaron grupos islámicos provenientes del Oriente Medio que avanzaron rápidamente para conquistar todo el territorio pero que en realidad tuvieron que hacerlo progresivamente por la oposición que fueron encontrando.

Inicialmente se organizaron en España como emirato, dependiente de Damasco, de [la dinastía Omeya](#). Le dieron el nombre de [Al-Andalus](#). El príncipe omeya [Abd Al-Rahman I \(Abderramán I\)](#) llegó a Al-Andalus en el año 756 y en el año 773 se hizo proclamar emir y se independizó de Damasco.

Abū l-Mutarrif ‘Abd ar-Rahmān ibn al-Hakam ([Abd ar-Rahmān II o Abderramán II](#)) (792-852) fue el cuarto Califa omeya. En su reinado se introdujo en Al-Ándalus el sistema de numeración indo-árabe, de posición y base decimal. Antes de ser proclamado emir inició una biblioteca que llegó a ser importantísima, encargando a personas muy cualificadas que trajeran de oriente los ejemplares más interesantes y de mayor aportación al saber. Atrajo a Córdoba a los sabios más famosos. Fue también el primer omeya que acuñó moneda en Córdoba. Se rodeó de sabios, músicos, literatos y poetas, cultivando él mismo la poesía.

³⁹ Frecuentemente se habla de los árabes, pero en realidad lo que les caracterizó no fue su origen geográfico sino el religioso, su pertenencia al Islam.

Tras un período de luchas internas llegó al poder [Abd Al-Rahman III](#) (Abderramán III) (912-961). En 929, para acabar con sublevaciones y conflictos, unir y consolidar al reino, se proclamó Califa, declarando la independencia religiosa de Bagdad y creando [el Califato de Córdoba](#). Éste se consolida y tiene el apogeo durante el gobierno de Abderramán III (929-961) y de su hijo Alhaken II (961-976). Bajo el gobierno de estos califas se logró que la sociedad musulmana Al-Andalus alcanzara el máximo esplendor en arte, arquitectura, ciencia, medicina, literatura. La ciudad de Córdoba se convirtió en una de las más grandes e importantes del Occidente. En el año 935 superaba los 250.000 habitantes y rebasó los 400.000 en el 1000; algunas fuentes árabes dicen que alcanzó el millón de habitantes. Al-Andalus estuvo más avanzado que el resto de Europa.

En 1010 una guerra civil desencadenó la fragmentación del Estado del Califato en una multitud de reinos conocidos como reinos de taifas, que se combatieron entre ellos, cambiando de predominio en el tiempo. Se reconocen tres etapas de reinos de taifas. Inicialmente, en la primera etapa, se crearon 39 pequeños reinos. Aunque la dinastía Hammudi sucedió como Califato Hammudi de Málaga al Califato de Córdoba y permaneció ejerciendo su poder efectivo y su autoridad religiosa, reconocida en ambas orillas del Mediterráneo, surgieron otras Taifas. Éstas estaban identificadas con otras familias, clanes o dinastías, constituyendo en otras importantes ciudades, como Sevilla, Badajoz, Toledo y Zaragoza otras potencias islámicas peninsulares.

«La disgregación del califato en múltiples taifas hizo evidente que solo un poder político centralizado y unificado podía resistir el avance de los reinos cristianos del norte»⁴⁰. (Viguera 2007)

Esa disgregación hizo que la reconquista cristiana avanzase. Los reyes musulmanes pidieron ayuda al sultán almorávide del Norte de África, quien después de derrotar al rey de León conquistó todas las Taifas, a partir de 1090 hasta 1140. Debido a las rebeliones internas le sucedió el imperio árabe de los almohades, que desembarcaron en la península ibérica en 1145 y que en treinta años forjaron un poderoso imperio y pararon el avance cristiano, hasta que en el año 1212 tuvo lugar la victoria cristiana de las Navas de Tolosa. La muerte del califa y las luchas sucesorias llevaron a una nueva fragmentación. En esta nueva etapa se distinguió el reino Nazarí desde el año 1238 hasta 1492, cuando los reyes católicos conquistaron Granada, acabando con los gobiernos musulmanes.

El estado de Al-Andalus se organizó de una forma centralizada. Los califas eran la máxima autoridad y unían el poder espiritual y temporal en los asuntos económicos, judiciales, militares y de política exterior. Para la administración se apoyaban en un primer ministro y éste en valíes y cadíes. Para la conquista de todo el territorio de la península se organizó un ejército cuyos mandos eran mayormente árabes y los soldados mercenarios bereberes y esclavos. En la época del Emirato y sobre todo, del Califato, el territorio se organizaba en seis grandes regiones, tres interiores y tres fronterizas, todas con sus respectivas Coras, cada una de las cuales tenía atribuida un territorio con una capital en la que residía un gobernador que habitaba en la parte fortificada de la ciudad o alcazaba. También había un cadí o juez. Las Coras estaban divididas en demarcaciones menores llamadas iglim, que eran unidades de carácter económico-administrativo, con un pueblo o castillo como cabecera. El territorio se dividía en tres provincias: una interior, en torno a Badajoz; otra, media, alrededor de Toledo y otra,

⁴⁰ Viguera Molins, María Jesús (2007). *Los reinos de Taifas y las invasiones magrebíes: Al-Andalus del XI al XIII*. RBA. [ISBN 9788447348152](#), en https://es.wikipedia.org/wiki/Al-%C3%81ndalus#cite_note-FOOTNOTEViguera_Molins2007155-15

superior, con capital en Zaragoza. El ejército se ocupaba de gestionar la expansión y el control de las fronteras. Los mandos del ejército eran árabes y los soldados eran mercenarios bereberes o esclavos.

Económicamente los musulmanes tuvieron gran impacto en la península. Su llegada provocó importantes transformaciones, de una economía fundamentalmente rural que habían dejado los visigodos a una economía muy centrada en la ciudad. El Estado se distinguió por ser el principal motor de todas las transformaciones. Los califas lideraron el desarrollo de un importante centro cultural. El Estado desarrolló su capacidad de centralización fiscal para reunir fondos provenientes de contribuciones y rentas del país: impuestos territoriales, diezmos, arrendamientos, peajes, impuestos de capitación, tasas aduaneras sobre mercancías, derechos percibidos en los mercados sobre joyas, piezas de orfebrería, etc. Por otra parte también los cortesanos estaban sometidos a contribución. La ciudad fue muy importante para los musulmanes, sobre todo por el papel que tuvieron los mercados para el comercio de todo tipo de bienes: productos de metal, productos de artesanía (sedas, algodón, tejidos de lana). Muchos productos se exportaron al resto de Europa, al Magreb y al Oriente. Los talleres y tiendas donde se producían esos trabajos eran propiedad del Estado. En Málaga había una industria alfarera importante, donde se cocían lozas y ánforas ornamentales que llegaron a tener gran reconocimiento en todo el mediterráneo.

La esclavitud, que fue usada con frecuencia como mano de obra, fue el comercio más importante. Lo realizaban mercaderes judíos establecidos en el centro de Europa, que los traían hasta Narbona y Barcelona.

En relación con los sectores de la economía musulmana hay que destacar que el Estado musulmán aportó un desarrollo en la agricultura y el comercio. Para los musulmanes la fertilización de la tierra tuvo un significado religioso además de práctico. Las técnicas de riego y cultivo sirvieron para mejorar la producción agrícola, adquiriendo importancia las frutas, las hortalizas y las plantas industriales. La agricultura musulmana fue muy productiva. Se cultivaban trigo, cebada, habas y granos, base de la alimentación de la población, pero cuando había baja producción tenían que importarlas del norte de África y así fue como se introdujo el cultivo del arroz, la berenjena, la alcachofa y la caña de azúcar, los cítricos: limón, cidro, naranja amarga, además de las palmeras datileras y otros productos de regiones tropicales. Para esos fines se crearon jardines botánicos y lugares de aclimatación.

En la etapa Omeya se multiplicó la producción de alimentos debido a la productividad de nuevos cultivos y las técnicas de riego. La gran diversidad de plantas cultivables condujo a que se propagaran después por toda Europa. Los frutales ocuparon un área agrícola importante. Se fomentó la agricultura para abastecer al príncipe y por eso se protegieron los campesinos. En los jardines se unían tres elementos: agua, vegetación y arquitectura.

La ciudad fue el centro de la vida económica, cultural y social. En la ciudad se desarrolló la artesanía para el comercio interno y la exportación. La circulación de moneda fue abundante porque la península fue centro de confluencia de las rutas comerciales africanas, europeas y orientales.

La ganadería tuvo un menor papel económico, aunque fue una práctica común. Se utilizó al ganado para alimentación, transporte y labores agrícolas.

Los musulmanes cruzaron los sistemas hidráulicos romanos con los de los visigodos y las técnicas traídas del Oriente. Construyeron molinos de agua, la noria y la picota.

En minería continuó la explotación de las minas de la península pero sin nivel técnico elevado. Se siguió explotando el hierro y el cobre, mercurio, oro, plata, plomo y estaño.

Para la construcción se utilizó mármol pero para la construcción de lujo tuvieron que importar materiales.

La explotación de los bosques se realizó para obtener madera para la fabricación de barcos, mobiliario y como combustible. También para aprovechar los frutos para alimentación (castañas, avellanas, etc.), así como el corcho.

Se hizo pesca marina y fluvial aunque se dice que no debió tener un papel importante en la dieta.

La sal se obtenía de minas y de salinas, se usó para hacer salazones, que se exportaban. La caza de conejos, perdices y otros se utilizaba para alimentación y para usar las pieles de algunos animales para protegerse del frío. Era también una diversión en la que se utilizaban aves de presa.

La población de Al-Ándalus fue muy heterogénea. Desde el punto de vista étnico el grupo dominante y dirigente, pero minoritario, estaba formado por árabes. La sociedad militar estaba constituida por descendientes de los godos y bereberes del norte de África. Los judíos eran un grupo minoritario y había otras etnias que entraron como sirvientes libres o como esclavos. La estructura social estaba condicionada por el origen étnico y la clase social. En cada grupo se diferenciaban la autocracia, los notables y la masa. Desde el punto de vista religioso la población era musulmana o dhimmí (cristianos y judíos). Los cristianos convertidos al islam se conocían como muladíes y quienes conservaron la religión cristiana mozárabes. Todos adoptaron las costumbres y formas de vida musulmanas. La clase dominante la formaban árabes, bereberes y muladíes, la clase dominada cristianos y judíos, además de los esclavos. Los mozárabes y los judíos gozaban de libertad de culto pero debían pagar impuestos, tenían sus propias autoridades y libertad de circulación; podían ser juzgados de acuerdo a su derecho pero no podían ejercer cargos políticos y tenían otras limitaciones.

La convivencia de árabes y mozárabes no estuvo libre de conflictos. Las casas de las clases acomodadas se distinguían por su comodidad y belleza. Las noches las animaban poetas, músicos y bailarinas. En las zonas rurales y urbanas existían baños públicos, que servían como espacios para la higiene y la convivencia. Tenían una estructura heredada de los baños romanos. En ellos trabajaban masajistas, barberos, responsables del guardarropa, maquilladores, etc.

Los judíos representaban más del cinco por ciento de la población. Al-Ándalus fue el centro clave de la vida judía durante la temprana Edad Media, produciendo importantes académicos y una de las comunidades judías más estables y ricas. Los judíos prosperaron en el estudio de las ciencias, del comercio y la industria. El sur de la península fue un sitio de asilo para los judíos venidos de otras partes. Los grupos musulmanes que sucedieron al Califato de Córdoba, almorávides y almohades, trataron a los no musulmanes con mucha severidad.

8.1. La ciencia y la técnica en Al-Ándalus

El papel cumplido por el Califato de Córdoba en el desarrollo y difusión del conocimiento científico-técnico de esa época indica que la [Ciencia en al-Ándalus](#) alcanzó un grado de perfeccionamiento superior al resto de Europa durante la Edad Media. Sánchez (2020) da especial reconocimiento a Isidoro de Sevilla en el siglo VII con su libro Etimologías, en el que recopiló los saberes antiguos, estableciendo grandes puentes entre los conocimientos de la Antigüedad y la Edad Media.

En un principio, cuando llegaron a España, los árabes y bereberes recurrieron a los saberes legados por la civilización visigoda, la que había reemplazado al imperio romano. Después, progresivamente, fruto del contacto con Oriente y el deseo del Califato de hacer de sus cortes centros de saber que rivalizaran con las del Oriente

Medio, de donde provenían, transmitieron el conocimiento proveniente de la cultura clásica de los griegos y de las ideas provenientes de Asia (principalmente de China y la India). Promovieron también otras actividades, creando inclusive una ciencia con aspectos originales. Córdoba llegó a ser uno de los centros más importantes del imperio islámico clásico, junto con Bagdad, mucho más avanzado que el resto de Europa. Culturalmente la España musulmana tuvo un desarrollo notable. Se crearon escuelas y universidades, haciendo muy atractiva la cultura Andalusí. La educación no era responsabilidad del Estado en la España musulmana. Muchos príncipes y personas ricas fundaron escuelas. Había una escuela en cada pueblo, normalmente junto a la mezquita. Las disciplinas científicas se impartían en las madrazas (o madrasas), en las que los estudiantes podían mantener intercambios con otros estudiantes del otro lado del Mediterráneo. Los califas de Al-Ándalus, esforzados en convertir la corte en un centro de cultura y sabiduría reclutaron a sabios del mundo islámico. Se crearon universidades en varias ciudades, la más importante en Córdoba, donde se ofrecían cursos de astronomía, matemáticas, medicina, teología, derecho. Tenía 10.000 estudiantes. Se considera que «la actividad intelectual (de Al-Ándalus) fue una revolución en el pensamiento de las naciones Europeas. En el terreno estéril de Europa se sembró la semilla del conocimiento. También abrió el camino a la fundación de universidades en varias ciudades europeas durante el siglo XII, por ejemplo la universidad de Salerno y Bologna en Italia, París y Montpellier en Francia, Oxford en Inglaterra⁴¹».

Se ofrece como explicación el dominio que tenían los árabes de la técnica del papel, que permitía hacer copias más económicas que con la técnica del pergamino (cuero de animales procesado) que utilizaban en Europa. Eso permitió que se tuviera una gran abundancia de libros, que junto con un alto nivel de alfabetización de la población condujo a la existencia de un gran número de bibliotecas. La biblioteca más conocida e importante fue la de Al-Hakam II en Córdoba (ciudad en la que hubo 70 bibliotecas), con unos 400.000 volúmenes, en los que se encontraban traducciones griegas y aportaciones árabes a la ciencia y la cultura.

Aunque se desconoce el contenido preciso de esta biblioteca, Maribel Fierro⁴² ha documentado que en torno al año 975 circulaban 897 libros de los cuales 44 trataban de medicina, 32 de astronomía, astrología y matemáticas, 8 sobre filosofía y 5 sobre alquimia y agronomía. Esta biblioteca sufrió pérdidas importantes a partir del comienzo de la crisis política que acabó con el califato; hubo quema selectiva de la biblioteca para congraciarse con los ultraconservadores que desconfiaban de las llamadas «ciencias de los antiguos», heredadas de las traducciones indo-irania y griega y además de la ideología islámica. También durante el asedio a Córdoba por tropas bereberes se subastó y, por ese procedimiento, algunos de los libros llegaron a las ciudades de Toledo y Zaragoza⁴³, en las que también se habían creado bibliotecas. También se perdieron por dificultades para hacer las traducciones del árabe al latín, por falta de financiamiento e interés.

El desarrollo de la ciencia y la técnica en el Califato estuvo acompañado por un importante desarrollo en otras áreas sociales. «Había 37 bibliotecas en Córdoba y numerosas librerías, 800 baños públicos, 600 mezquitas. Existían 150 hospitales, 600 posadas, más de 80.000 tiendas, 130.000 casas, 4.300 mercados, 10.000 mansiones con jardines exquisitos. Estas mansiones tenían

⁴¹ <https://www.alislam.es/articulos/ciencia-y-tecnologia-en-el-al-andalus/>

⁴² <https://www.alandalusylahistoria.com/?p=2564>

⁴³ La civilización andalusí se fundamentaba en el desarrollo de las ciudades, a lo que daban gran importancia, mientras que en el resto de Europa, durante la Edad Media, la mayoría de los centros urbanos contaban con escasa densidad de población

nombres como *El Valle del Paraíso*, *El Jardín del Asombro*, *El Valle Bello*. Mientras Europa yacía en un torpe sueño de ignorancia, esta ciudad criaba hombres de cultura que levantaban edificios maravillosos, escribían libros y producían obras de arte. Existían 5.000 molinos por el río moliendo el trigo para los trabajadores. Había 32 kilómetros de jardines⁴⁴».

Durante el califato destacaron fundamentalmente en las áreas de astronomía y medicina, aunque en menor medida hubo representantes en la farmacopea, la alquimia, la agricultura, la botánica, las matemáticas (aplicadas), la ingeniería hidráulica, etc.

En la ciencia del Al-Ándalus la astronomía alcanza un gran avance, se centra fundamentalmente en la elaboración de precisas tablas astronómicas, métodos geométricos y trigonométricos y la elaboración de instrumentos de medida: astrolabios, ecuatorios, azaleas, nocturlabios, etc. Se cita siempre el papel de Al-Zarqali (Azarquiel) en la construcción de instrumentos de observación astronómica como la azalea, especie de astrolabio, y que defendió que la órbita de los planetas no era circular sino elíptica, anticipándose a Kepler⁴⁵.

En la medicina Al-Zahrawi (Abulcasis) (936-1013) fue un importante cirujano autor de la enciclopedia al-Tasrif, en la que presentaba sus procedimientos quirúrgicos (amputaciones, tratamientos dentales, cirugías oculares, etc.) Esta obra fue traducida al latín y usada en Europa durante la Edad Media.

La medicina unida de la farmacopea fue alcanzando niveles máximos cuando en el año 1126 nace en Córdoba Abu-l Walid Muhammad ibn Rusd ([Averroes](#)), importante filósofo hispano-árabe que continuó inicialmente la tradición jurídica de la familia y adquirió fama como jurisconsulto por la publicación de un libro en ese campo, pero que también estudió teología y materias literarias y que al mismo tiempo se dio a conocer como médico de gran valor. Además de medicina estudió astronomía en el Almagesto de Ptolomeo y filosofía.

En botánica y farmacología se cita a Ibn al-Baitar, nacido en Málaga a finales del siglo XIII. Estudió las plantas de la península, el norte de África y Oriente y fue autor de una obra en la cual listó 1400 plantas, entre ellas 200 plantas entonces desconocidas. Otro autor Ibn al Awwam escribió un tratado agrícola.

Una de las ramas más aplicadas de la ingeniería es la arquitectura, que tuvo su máximo exponente en la construcción de las mezquitas. Otra de las muestras del gran desarrollo que adquirió la ciencia en Al-Ándalus es que se escribió sobre «Historia de la Ciencia», es decir, se reflexionó sobre la ciencia, su evolución, sus logros, factores que permiten el desarrollo de la misma.

«Muchos de estos saberes fueron un claro testimonio de la colaboración científica entre distintas comunidades, sociedades y religiones que estuvieron influidas por un mismo objetivo: el deseo de saber y aplicar estos conocimientos en beneficio de la humanidad. La ciencia árabe se caracterizó en un primer momento por su capacidad integradora de los saberes helenísticos, siríacos, sánscritos y persas, entre otros. Pero los científicos árabes no sólo fusionaron y transmitieron la ciencia de la antigüedad, sino que también la desarrollaron»⁴⁶.

8.2.Las artes en Al-Ándalus

[El arte en Al-Andalus](#) tuvo un desarrollo muy importante. Es un conjunto de estilos y formas artísticas provenientes de los distintos pueblos mediterráneos y orientales. Se

⁴⁴ <https://www.alislam.es/articulos/ciencia-y-tecnologia-en-el-al-andalus/>

⁴⁵ <https://es.wikipedia.org/wiki/Al-%C3%81ndalus>

⁴⁶ <https://www.legadoandalusi.es/project/al-andalus-y-la-ciencia-un-viaje-al-pasado-cientifico/>

dice que fue un sincretismo de elementos provenientes de los pueblos conquistados por el Islam: Persia, los territorios bizantinos, los visigodos y los romanos.

El arte islámico debe interpretarse desde el punto de vista religioso, que entre otras cosas prohíbe la representación de la figura humana, por lo que la escultura y la pintura fueron corrientes artísticas poco desarrolladas.

Es un arte iconoclasta en el que abundan las imágenes geométricas, estilizadas, no figurativas, incluyendo imágenes pictográficas y caligráficas con letras y textos del Corán. Tuvo un gran desarrollo como recursos ornamentales en los que se maneja el juego de luces y sombras, sobre todo mediante celosías. En la decoración se refleja la naturaleza y se incorporan como elementos la caligrafía, los motivos vegetales y los geométricos.

El arte musulmán se expresa más en la arquitectura. Hay obras de distintas épocas que hoy día pueden ser visitadas con emoción: La Alhambra y el Generalife en Granada, la Giralda y la Torre del oro en Sevilla, la Mezquita y la ciudad-palacio Medina Azahara de Córdoba, la Mezquita de Bib-Al-Mardum en Toledo⁴⁷.

Las técnicas más utilizadas incluyen el mosaico, la escultura en relieve, el estuco⁴⁸ y el alicatado⁴⁹. En las artes decorativas o artes menores están presentes: la cerámica, orfebrería, textil, uso del marfil. Los materiales manejados en la arquitectura son pobres: ladrillo, yeso, madera, pero que son trabajados con gran maestría y ofrecen bellas sensaciones. Las construcciones tienen poca altura con apariencia exterior sencilla, pero con interiores ricamente decorados.

En la arquitectura los musulmanes aprovecharon las iglesias visigodas para transformarlas en mezquitas, lo que produjo muchas innovaciones en las técnicas de construcción y el estilo. A lo largo del tiempo el arte musulmán sufrió importantes modificaciones. La convivencia con los grupos cristianos y judíos condujo a expresiones artísticas variadas y que tuvieron influencias cruzadas.

Los edificios artísticos se centran sobre todo en torno a la capital, pero también hubo realizaciones en otras ciudades: mezquitas, madrazas, mausoleos y fortificaciones.

Los califas fueron muy refinados y propiciaron la creación de objetos decorativos, entre los que destacan los productos de marfil minuciosamente tallado para hacer botes (cajas), arquetas⁵⁰ ornamentadas.

Se utilizó la cerámica para objetos como jarras y jofainas. El vidrio tuvo también un desarrollo importante. La fabricación de tejidos en seda bordada fue destacada. Se crearon fábricas y talleres para trabajar el bronce, tallado con figuras de animales. Cuando desapareció el Califato (1031) cada monarca tomó sus iniciativas emulando los modelos cordobeses tanto en la arquitectura como en la decoración. Se siguieron desarrollando arquetas de marfil, se siguió utilizando la cerámica y la producción textil, pero con estilos diferentes a los utilizados en el Califato de Córdoba, utilizando técnicas nuevas.

Las invasiones de los almorávides y los almohades significaron el retorno a la austeridad, pero tuvieron también momentos artísticos de gran esplendor, sobre todo en arquitectura. Entre el siglo XII y XVI se da el arte mudéjar, fenómeno autóctono y exclusivamente hispano, realizado por los mudéjares, cristianos y moriscos.

⁴⁷ <https://asragenciasuscripcion.com/arte-islamico/>

⁴⁸ El estuco es una masa de yeso blanco, masa de cal apagada, polvo de mármol y pigmentos naturales utilizado para enlucir y revestir paredes, hacer molduras, relieves en muros y techos)

⁴⁹ Alicatado es un revestimiento hecho con azulejos en una pared u otra superficie, como el suelo

⁵⁰ Una arqueta es una «arca o caja pequeña hecha con materiales nobles, en la que se guardan reliquias, tesoros u otros objetos de valor» (RAE)

El arte mudéjar tuvo lugar particularmente en arquitectura, aplicando a los edificios cristianos influencias del estilo hispánico-musulmán en la albañilería, tanto en elementos estructurales como decorativos y en la preferencia de del uso de ciertos materiales (yeso, ladrillo –simple o vitrificado en azulejos -, madera en artesonados). Los mudéjares fueron musulmanes que permanecieron viviendo en territorio conquistado por los cristianos. Vivían en sectores segregados - las morerías y las aljamas - y podían usar su lengua, practicar el Islam, organizarse con distinto grado de autogobierno, pudiendo vincularse como servidores y a veces como esclavos. En general eran de condición social humilde, campesinos o artesanos. Unificada la península en 1492 todos los musulmanes que vivían en ella fueron obligados a convertirse al cristianismo (aunque muchos siguieron practicando su religión clandestinamente) y pasaron a llamarse moriscos. Debido a sus rebeliones todos los moriscos fueron expulsados de la península en 1609, aunque con escasos resultados. En Al-Ándalus existió una gran sensibilidad hacia la poesía. Los musulmanes apreciaban la poesía como una forma de expresar los sentimientos, la adulación o la fe, se deleitaban escribiendo y oyendo poesía. En este campo se dio también una hibridación con las peculiaridades locales. La poesía tuvo un amplio desarrollo. Sobre todo, en el Califato hubo un auge literario y multicultural destacando prolíficos poetas⁵¹. En los diferentes períodos de los reinos de Taifas y las invasiones de almorávides y almohades, las diferentes circunstancias hicieron que se dieran períodos de estancamiento y de auge en la poesía.

La poesía hispanomusulmana maneja complicados juegos de palabras y metáforas. Son de gran sutileza y belleza. De temas variados: amor y desamor, a la naturaleza, a lo panegírico, a la adulación a los gobernadores. Curiosamente los poemas se usaron también como decoración epigráfica en grandes construcciones, como en la Alhambra. También existió música en Al-Ándalus, muy semejante a la música árabe del norte de África. Durante el Califato de Córdoba se dice que nació la música clásica andalusí, durante la corte de Abd al-Rahman II, quien promovió el arte: la literatura, la poesía y la música. Durante el siglo XI la España y Portugal mora fue el centro de la música clásica de Al-Ándalus, que se fue extendiendo a Francia y el resto de Europa. Las palabras laúd, rabel, guitarra, y órgano son de origen árabe. Además de estos también se usaron el darbuka (tambor de un solo parche en forma de copa), la pandereta, la cítara y el violín. Otros instrumentos de origen andalusí son la dulzaina, las castañuelas y otros más. Hay una teoría que indica que los trovadores, compositores de poesía lírica medieval, deben ser de origen árabe. Se conoce que a partir del siglo IX existió un cuerpo de canciones de incomparable intensidad, profundidad y erotismo en árabe⁵². El papel de los Califas fue muy destacado y debe mencionarse que Abderramán II facilitó que un músico llegado huyendo de las tensiones de Bagdad, conocido como Ziryab, que fue maestro del príncipe Harún al-Raschid, trabajase sin problemas. Este músico creó numerosas empresas y escuelas. Inclusive todos sus hijos fueron músicos y maestros abriendo este campo en todo el entorno de Córdoba. Ziryab introdujo en Córdoba las armonías orientales de origen greco-persa y las primeras normas para la sucesión de cantos, así como innovaciones varias en la instrumentación. [△](#)

⁵¹ <https://www.alhambra-patronato.es/dia-poesia>

⁵² https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica_andalus%C3%AD

Capítulo 9. España con los Reyes Católicos y el descubrimiento, conquista y colonización de América

9. Situación socio-económica en la España de los Reyes Católicos

La Reconquista de la península del dominio de los musulmanes terminó en 1492, cuando los Reyes Católicos, el matrimonio entre Isabel I de Castilla (1474-1504) y Fernando II de Aragón (1479-1516) tomaron definitivamente el reino de Granada.



Figura 15. Los Reyes Católicos

.Fuente: <https://espahisto.blogspot.com/>

Los Reyes Católicos que reinaron desde 1469 hasta 1516 significaron para España la transición del mundo medieval a la edad moderna. Con la conquista de Granada y la posterior anexión de Navarra y las Islas Canarias unificaron prácticamente todo el territorio de la península ibérica, salvo Portugal. Los dos reinos, Castilla y Aragón eran muy distintos en tamaño, actividades y organización. Estaban unidos bajo los mismos monarcas, pero estaban separados administrativamente, cada uno conservó su identidad y leyes, sus propios fueros e instituciones. Las cortes castellanas permanecieron separadas de las aragonesas, pero en muchas ocasiones las decisiones las tomaban conjuntamente.

La población total del reino de Castilla era de unos 4.300.000 habitantes en 385.000 km², desigualmente repartidos en las zonas de Galicia, Toledo, Ribera del Duero, Extremadura, Andalucía, Murcia y las Canarias. Aragón tenía unos 865.000 habitantes en total y comprendía las zonas de Aragón, Cataluña, Mallorca, Valencia y además Navarra con 100.000 habitantes; en total una tercera parte de la extensión del reino de Castilla.

La política exterior fue expansiva. Por una parte estuvo muy centrada, a nivel europeo, en los matrimonios de sus hijos con descendientes de los otros monarcas. Así se vincularon con el reino de Portugal, el Sacro Imperio Romano Germánico, el ducado de Borgoña y el reino de Inglaterra. Pero en primer lugar, se prestó atención especial y recursos al descubrimiento, conquista y colonización del Nuevo Mundo. Tras la conquista de Granada, los Reyes Católicos iniciaron la conquista del norte de África para evitar que intentasen regresar los árabes y para eliminar la piratería berberisca. Allí ocuparon muchas localidades, empezando por Melilla, después Mazalquivir, el Peón de Vélez, Orán, Bugia, Argel, Túnez, la Goleta, Trípoli. Ante las confrontaciones con Francia y la reanudación de guerras en Italia la conquista del norte de África se interrumpió en 1516, ahorrando así para garantizar los recursos que se estaban

necesitando para la colonización de las Indias, del Nuevo Mundo, que era una actividad más rentable. La expansión en Europa, como consecuencia de las guerras hizo que España también dominara el reino de Cerdeña, el reino de Sicilia, Nápoles, el condado del Rosellón y el condado de Cerdeña (Francia).

La estructura social estaba jerarquizada en estamentos: El primero era el estamento eclesiástico, formado por todos los miembros de la Iglesia, que tenía enormes riquezas muebles e inmuebles, repartidas entre sus miembros de manera muy desigual. Las relaciones con la monarquía eran de estrecha colaboración. El segundo estado o estamento inmobiliario estaba formado por la nobleza, estuviera ésta titulada o no. La nobleza con títulos aunque estaban apartados del poder político era una minoría inmensamente rica (0,1% de la población controlaba casi el 50% de la tierra). Los reyes les concedían una serie de privilegios. La nobleza se ocupaba sobre todo del ejército y del clero. El tercer estamento era el estamento plebeyo que comprendía la burguesía y el artesanado urbano más la gran masa de campesinos, que eran quienes aportaban el peso económico del país. Era un grupo muy grande pero débil y sin apoyo político. Debían pagar impuestos, cosa que no hacían los de los dos primeros estamentos. Esta estructura social era heredada de la época feudal y supuso un freno para la modernización económica del país.⁵³

Anderson (1987, en Quispe 2020) señala que «La clase dirigente no se identificaba como burgués, por el contrario, caracterizó sus decisiones en materia de gobierno como una clase nobiliaria, es decir no se preocupó por desarrollar la producción fabril en el interior del Estado».

Tal como lo plantea Morales (2004): «Los Reyes Católicos vivieron en un contexto global de evidente desarrollo lo que les favoreció en sus planes de futuro». Los Reyes Católicos no desarrollaron un modelo económico pero hicieron esfuerzos para establecer una normativa legal para regular la circulación mercantil, el funcionamiento de los gremios, la promoción de los mercados y ferias, el saneamiento y estabilización de la moneda, y sobre todo la búsqueda de un saldo favorable en una balanza comercial de manufacturas. Se practicó una tendencia monopolista y un claro dirigismo para conseguir mayores ingresos estatales a través del saneamiento de las rentas.

La práctica económica tradicional estuvo basada en la importación de manufacturas y exportación de materias primas. Tal como plantea Ladero (2014): «Las producciones, rentas y trabajos agrarios eran la base de todo el sistema económico, y de la organización social misma, estamental y no capitalista. En torno al 80 por 100 de la población activa trabajaba en el sector primario». Después de muerto el Rey Fernando, el regente que le sucedió, el [Cardenal Cisneros](#) -Francisco Jiménez de Cisneros (1436-1517) -, confesor de la reina Isabel, quiso desarrollar las exportaciones de productos manufacturados y de productos suntuarios, prohibiendo la exportación de materias primas y la importación de todo lo que se pudiese producir en el país. Se trataba de impedir la entrada de lo que pudiera competir con la base de la riqueza y seguridad del reino: oro, plata (provenientes de las minas españolas pero más aún de África y del Nuevo Mundo), moneda, trigo y otros cereales panificables, caballos y armas. A su muerte en 1517, el nuevo rey Carlos I, heredero de los Reyes Católicos, volvió a la política económica anterior.

La base económica estaba constituida por una explotación extensiva de la agricultura, exportaciones de trigo y otros productos panificables, aceite. Éste, por cierto, no se

⁵³ <http://platea.pntic.mec.es/~anilo/cuaderno/reyes%20catolicos.htm>

usaba como alimento - usado así solamente por los judíos y musulmanes -, sino como jabón, como detergente, que los holandeses usaban para el teñido de las telas.

El viñedo era un cultivo en auge durante aquellos decenios debido a la mayor demanda de vinos en los mercados interiores, en especial los urbanos, y a la facilidad de comercialización del producto. Además, los viticultores solían tener privilegios de venta exclusiva en sus lugares de vecindamiento, lo que constituía otro estímulo, que no estorbaba las posibilidades de exportación. (Ladero 2014)

Las zonas agrícolas de Andalucía y de la cuenca del Ebro tenían una producción agrícola sobre todo para la alimentación de la población, pero una parte de ella se usaba también para exportación; así como la ganadería lanar que aprovechaba las grandes extensiones de terreno y tenía una importante demanda en los mercados europeos. Sobre todo con el descubrimiento del Nuevo Mundo y con la riqueza mineral de la península la exportación de minerales fue un factor económico fundamental, los metales preciosos, sobre todo la plata, pero también el oro y el mercurio, fueron muy útiles con los Reyes Católicos y los gobiernos posteriores. Se protegió la navegación para asegurar el comercio para y con el Nuevo Mundo y se protegió a la nobleza por ser los dueños de las tierras donde se criaban las ovejas y la ganadería – [la Mesta](#) –, pero también en recompensa a su lealtad y su aporte en hombres y recursos económicos para las guerras. A los artesanos también se les protegió para que se atendiese el mercado interno. Inicialmente los dos reinos se basaban en la organización feudal pero tenían formas distintas de funcionamiento. [El reino de Castilla](#) había estado formado por una serie de pequeños reinos que no habían logrado estructurar un sistema orgánico y funcional del aparato estatal. Era mucho más poblado y grande que [el reino de Aragón](#). El territorio tan extenso se usaba sobre todo para el pastoreo bovino, para la producción de lana, que fue muy exitoso como producto para exportación a la Europa que sufría la guerra de los cien años y la peste. El campo también proveía los productos agrícolas de uso doméstico. 97% del territorio estaba en manos del 3% de la población, la nobleza y la Iglesia, que por cierto no pagaban impuestos. Las Cortes no cumplían sus funciones. (Prescott 1952, en Quispe 2020)

El apoyo a los gremios de los ganaderos, la Mesta, fue muy importante. Es conveniente explicar un poco el significado de esta organización por su importancia económica, social y política. Duró desde la fundación del [Honrado Concejo de la Mesta](#), en 1273, por [Alfonso X El Sabio](#) hasta 1836 y todavía en el siglo XXI se viven anualmente residuos de sus conceptos y actividades.

La Mesta fue un gremio de ganaderos. Una asociación de pastores de las regiones de León y Castilla y también de Galicia, que se reunían en asambleas o concejos, dos o tres veces al año –las Mestas–, para tratar de negocios relativos al ganado especialmente, en los momentos iniciales, en relación con la trashumancia del ganado bovino. Algunos autores plantean que el desarrollo de la trashumancia tuvo que ver con el éxito de la explotación de la oveja merina para la producción de lana y con las posibilidades de exportación de ésta. Los pastores tenían que buscar pastos para las ovejas cuando se agotaban en la zona. Durante la Reconquista, en otoño e invierno, cuando no había luchas, aprovechaban el de las zonas que quedaron abiertas en otras zonas de Castilla, por lo que tenían que mover a todos los rebaños para que aprovecharan los pastos disponibles, regresando después para evitar robos y posibles pérdidas de ganado e incluso de la vida. Eso es la trashumancia. El gran tamaño de los rebaños pasaba por tierras agrícolas cultivadas, perjudicándolas porque se alimentaban de las plantas o las

pisaban y las destruían. Alfonso X creó el Honrado Concejo de la Mesta, en 1273 para regular de alguna manera esas relaciones, creando para ello varios tipos de rutas apropiadas para la trashumancia, según el ancho y posible volumen de los rebaños (cañadas, coladas, veredas, cordeles o cuerdas), de las cuales las más importantes fueron las cañadas reales. Como puede verse en el mapa, las principales cañadas reales de la corona de Castilla y sus equivalentes en los otros reinos de la península fueron muchas y sirvieron después como vías de comunicación.

Ante la importancia del trigo para la exportación los agricultores quisieron cercar sus terrenos para evitar que sirvieran de comida al ganado, sin lograr autorización. Es más, en 1480 las Cortes de Toledo decretaron paso libre a los rebaños de Aragón y Castilla. Las diferencias de atención se debían en gran parte las diferencias de privilegios que el reinado otorgaba a los propietarios del ganado, o sea, de los principales estamentos, la nobleza y la Iglesia, lo que hizo que hubiera confrontaciones y reclamos entre campesinos y ganaderos, ante la diferencia de apoyo gubernamental.

Con las leyes de Toro en 1505 se fortaleció la institución del mayorazgo, que define la propiedad de determinados derechos o bienes en el seno de la familia, beneficiando al mayor de los hijos con la totalidad de la herencia. Inicialmente los reyes, al conceder ciertos beneficios a algunos súbditos de la nobleza, estaban interesados en que se mantuviesen los compromisos después de fallecidos éstos, por eso se buscaba que la propiedad continuase en manos del hijo mayor de la familia. Esta institución duró en España hasta 1820. Los hijos menores (los llamados segundones) solo podían heredar bienes libres de los padres, generalmente escasos, por lo que o bien conseguían trabajo en casa del hermano mayor o buscaban para sobrevivir emprender la carrera militar o eclesiástica. Las hijas, para poder casarse bien, necesitaban una buena dote, que tampoco tenían por la misma razón, así que frecuentemente ingresaban en los conventos. El mayorazgo llevó a que los pueblos se mantuvieran estables, ni crecieron ni disminuyeron su tamaño; llevó a la emigración de los descendientes, perjudicando la iniciativa privada y la competencia.

Debe destacarse el papel que tuvieron los Reyes Católicos en el saneamiento de la economía, especialmente los aspectos fiscales. Para ello fueron renovando leyes y procedimientos para lograr el mejor funcionamiento de las instituciones heredadas y creando otras. Se crearon disposiciones para facilitar la exportación y las importaciones, para proteger y regular la actividad mercantil. Se destaca la creación de la «Casa de la Contratación de las Indias», en Sevilla en 1503, para manejar eficazmente el monopolio de la organización del comercio con el Nuevo Mundo, dejando la iniciativa en manos privadas, pero manteniendo derechos económicos para las importaciones. Otra institución importante fue la política pública seguida por los Reyes Católicos para el saneamiento y estabilización del sistema monetario, sobre todo el de Castilla, como parte de la autoridad. La acuñación y control de la moneda eran regalía de la corona. (Ladero, 2014)

La política interior se basaba en el control y la administración de justicia. Para eso se creó un cuerpo especializado de burócratas, de profesionales graduados en las universidades. El sistema político mantuvo un enfoque derivado del anterior sistema feudal, pero centralizó y aumentó el poder de los reyes, disminuyendo el poder de las Cortes, los Municipios y los Consejos. El reino de Aragón estaba dividido en tres principados (Aragón, Valencia y Cataluña) y en él si existían Cortes responsables del manejo administrativo en materia legal, jurídica, estatal, económica y establecían sus propios organismos de control. En general no hubo una interrelación adecuada entre los distintos niveles de gobierno. Los Reyes Católicos decidieron que el ejercicio del poder fuera centralizado en el reino de Castilla que era el más grandes y avanzado, pero no

lograron un sistema político unificado con moneda, leyes e impuestos comunes. (Quispe 2020)

Isabel la Católica fue asumiendo funciones y poder. Los Reyes Católicos fueron centralizando y aumentando su poder, disminuyendo el de las Cortes, los Municipios y los Consejos, que fueron aumentando su número. Se fue reduciendo la representación de la nobleza y el número de las ciudades con derecho al voto, afirmando su autoridad frente a la Iglesia y los nobles. Fueron creando una burocracia profesional, integrando letrados de la nobleza baja, provenientes de las universidades. Estos organismos fueron convirtiéndolos en instrumentos de la política real.

El sistema de poder de los reyes fue fortalecido por la creación de un ejército profesional permanente y por la creación en 1476 de una policía para luchar contra los bandoleros de caminos, [la Santa Hermandad](#), que tenía relación con los municipios. A estos se añadió un sistema de administración de justicia en manos de profesionales y el aumento de la recaudación fiscal. Podría decirse que fue el inicio de un estado moderno. Aparte de la reunificación de los reinos de la península bajo el control de los reyes, su reinado también se caracterizó por la unificación religiosa bajo el catolicismo. Así, en 1478 el papa Sixto IV creó la Inquisición en Castilla, que ya existía en Aragón desde 1248. En 1492 los Reyes Católicos decretaron la conversión forzosa al catolicismo de los judíos y la expulsión de los que se negasen. Diez años después hicieron lo mismo con los musulmanes. Ideológicamente el rey era aceptado como un delegado de Dios, con la misión de adecuar el orden social a la ley divina y salvaguardar los derechos de la religión y de la Iglesia Católica, para lo cual usaron como instrumento de control al Tribunal de la Inquisición. Los Reyes Católicos acabaron con la tradicional tolerancia religiosa que había existido durante el dominio musulmán.

Hernández y Salgado (2011) destacan los amplios cambios que tuvo [el Renacimiento](#) en los distintos ámbitos de la vida de la sociedad rompiendo con los conceptos prevalecientes en la Edad Media, recuperando muchos de los enfoques de la época clásica griega. En religión aparecen las [95 tesis de Lutero](#) en 1517 iniciándose el proceso de la Reforma, haciendo que el Papado perdiese poder político. En el libro [El Príncipe](#), [Nicolás Maquiavelo](#) (1469-1527) propone una teoría y práctica política sin injerencia de la Iglesia, separando al poder eclesiástico del poder político, «una mirada laica». En filosofía se pone el centro en el hombre (humanismo), desplazando al teocratismo, la superstición y la magia. En el plano social la burguesía toma un papel especial como protagonista político, económico y cultural, y el mercantilismo como práctica comercial regular de bienes. En el arte, el Renacimiento rompe con las formas y estilos anteriores, el románico, haciendo aparecer en distintos momentos diferentes estilos artísticos (gótico, barroco, neoclásico). El descubrimiento, conquista y colonización del Nuevo Mundo por España ocurre al mismo tiempo que en los demás países de Europa se van extendiendo estas transformaciones, afectándose mutuamente. Lo que hacía que España estuviera muy condicionada por su participación en todo lo relacionado con la atención, organización y aprovechamiento de lo que se conseguía en el Nuevo Mundo. España debía, además, asegurar internamente el buen funcionamiento de un Estado común, central. Debía superar los numerosos feudos anteriores y conseguir la integración y control de las diferentes poblaciones que existieron durante el gobierno musulmán, que había ocupado la península durante más de siete siglos, creando una cultura en la que cohabitaron y se confrontaron grupos con distintas creencias, modos de vida, valores y culturas.

9.1.La ciencia y la técnica durante los Reyes Católicos

«La época del Descubrimiento fue también la de una considerable renovación del saber» (Paty 1992).

Cuando llegaron los colonizadores al Nuevo Mundo encontraron civilizaciones precolombinas que tenían un vasto saber empírico y también un conjunto de conocimientos técnicos destacables e ingeniosos, muchos de los cuales se perdieron por la violenta destrucción de esos pueblos, que siguen estudiándose todavía. Esos conocimientos no serán considerados aquí.

Colón y otros navegantes y viajeros llevaron al [Nuevo Mundo](#) los conocimientos europeos y los rudimentos de la ciencia que se fue desarrollando en el Renacimiento. La información sobre el Nuevo Mundo que España iba llevando a Europa, proveniente de un mundo desconocido, estimuló la curiosidad de investigadores y estudiosos. En realidad entre Europa y el Nuevo Mundo se fue dando un intercambio de conocimientos no solo técnicos y científicos sino también relacionadas con las ciencias humanas y sociales, las costumbres, la religión y la filosofía a lo que hay que agregar los aspectos políticos, económico y sociales relacionados con el desarrollo de esos pueblos. El proceso de desarrollo de conocimientos en el Nuevo Mundo se extendió hasta el siglo XVIII. Ese fue un proceso progresivo ya que se fueron creando instituciones relacionadas con la ciencia y la tecnología. Se fueron creando universidades, que primero enseñaron teología y derecho y que, poco a poco, fueron incorporando medicina y otras disciplinas relacionadas con la técnica y las ciencias.



NOMBRE	AÑO DE FUNDACIÓN	PAÍS
UNIV. SANTO TOMÁS DE AQUINO	1538	REP. DOMINICANA
UNIV. DE SAN MARCOS	1551	PERÚ
UNIVERSIDAD DE MÉXICO	1551	ADIVINA DÓNDE...
UNIVERSIDAD DE CHARCAS	1552	BOLIVIA
UNIV. DE SANTIAGO DE LA PAZ	1558	REP. DOMINICANA
UNIV. DE SANTO TOMÁS DE AQUINO	1580	COLOMBIA
UNIVERSIDAD DE SAN ILDEFONSO	1586	ECUADOR
UNIVERSIDAD DE SAN ILDEFONSO	1608	PERÚ
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1613	ARGENTINA
UNIV. DE SANTO TOMÁS DE AQUINO	1619	CHILE
UNIVERSIDAD DE MERIDA	1621	MÉXICO
UNIV. DE SAN IGNACIO DE LOYOLA	1621	PERÚ
UNIVERSIDAD DE SAN MIGUEL	1621	CHILE
UNIV. DE SAN FRANCISCO JAVIER	1621	COLOMBIA
UNIV. DE SAN GREGORIO MAGNO	1622	ECUADOR
UNIV. DE SAN FRANCISCO JAVIER	1624	BOLIVIA
UNIV. DE SAN CARLOS BORROMEO	1676	GUATEMALA
UNIVERSIDAD DE SAN CRISTÓBAL	1677	PERÚ
UNIV. DE SAN ANTONIO ABAD	1692	PERÚ
UNIV. DE SAN JERÓNIMO	1721	CUBA
UNIV. DE SANTA ROSA DE LIMA	1721	VENEZUELA
UNIVERSIDAD PENCOPOLITANA	1724	CHILE
UNIVERSIDAD DE SAN PABLO	1728	CHILE
UNIV. DE SANTO TOMÁS DE AQUINO	1786	ECUADOR
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	1792	MÉXICO

PERO CLARO, SIGLO TI SOLO VINIMOS A BUSCAR ORO Y PLATA...

LOS PORTUGUESES NO CONTRUYERON NI UNA EN EL BRASIL COLONIAL :)

Figura 16. Las 25 Universidades fundadas en América.

Fuente:Dr. Ramon Reyes. Facebook

En la mayoría de los estudios históricos sobre el descubrimiento y la colonización de América se descuidaron los factores científicos y técnicos relacionados con estos grandes sucesos, a pesar de que abrieron nuevos enfoques y nuevas vías al cultivo y desarrollo de la ciencia y de la técnica, al encontrarse con nuevas situaciones, muy diferentes a las de los países europeos. Las nuevas zonas estaban situadas en los trópicos, climáticamente muy diferentes y a grandes distancias, solamente accesibles por difíciles navegaciones a lo largo del océano.

El descubrimiento de América produjo también avances en el conocimiento humano y en el desarrollo de tecnologías. Un nuevo continente tan diferente y con importantes recursos de vegetación y minería estimuló «el interés comercial... y las apetencias personales», pero también significó una «fuerza inconsciente e irresistible--- para descubrir novedades que... las nuevas tierras plantearon problemas nuevos, y a la larga engendraron nuevas disciplinas científicas» (Rey Pastor 1951)

Ante la necesidad de cumplir largos períodos de navegación de altura para llegar al Nuevo Mundo y la necesidad de enfrentarse a nuevos descubrimientos geográficos, se dio un importante desarrollo del conocimiento en Astronomía, Náutica y Cartografía. Por medio de enfoques más avanzados, prácticos, del uso de técnicas conocidas y su desarrollo más apropiado a las nuevas condiciones se fueron generando nuevas y diferentes explicaciones de algunos de los pensamientos clásicos. Las técnicas Metalurgia y Minería fueron también otro campo de acción para poder explotar la riqueza minera del Nuevo Mundo. Estas dos técnicas tenían ya una larga tradición en la Península, desde las épocas romana y árabe, pero también fueron generándose nuevas interpretaciones científicas. Rey Pastor (1951) destaca el hecho de que el mismo Cristóbal Colón, «curioso del saber», utilizando sus criterios y observaciones identificó y explicó, aunque «no siempre de forma atinada» los hechos observados. Plantea que «el máximo acontecimiento científico en el primer viaje fue el descubrimiento⁵⁴ de la declinación magnética... y además la variación de esa declinación magnética con el lugar». Así fue sucediendo con otros descubridores y colonizadores.



Novae Insulae XVII Nova Tabula (1540) –

Figura 17. Mapa del nuevo mundo.

Fuente: <https://www.geoisla.com/2019/03/mapa-del-nuevo-mundo-1540/>

Desde el punto de vista científico, se completaron los estudios cosmográficos y se obtuvieron numerosos datos que sirvieron para futuras investigaciones y doctrinas acerca del Universo. Las ciencias naturales se enriquecieron con las noticias sobre la flora y la fauna del Nuevo Mundo, transmitidas por viajeros y cronistas que estimularon el desarrollo de estas disciplinas en Europa.

Todo eso va además a ocurrir en un momento histórico en el que en Europa surge una nueva sensibilidad, el Renacimiento, en el que el hombre comenzó a pensar en sí mismo, racionalmente, superando las ideas y concepciones de la Edad Media, muy centradas en explicaciones teológicas. (Romero 1945)

Se ha definido el Renacimiento «como una época de ampliación de perspectivas. Para la Historia de la Ciencia representa el nacimiento de teorías científicas y aplicaciones técnicas que fundamentaron la idea del progreso

⁵⁴ Aunque ya ese hecho era conocido en Europa

durante las siguientes centurias». En este período [Johannes Gutenberg](#) inventó la imprenta de caracteres móviles, y «La imprenta (hacia 1450) fue un elemento de trascendental importancia para la difusión de los nuevos conocimientos... sobre la realidad del hombre, la naturaleza y el Universo. (Universidad de Zaragoza, 2015).

«En el Renacimiento se asiste a un proceso de modernización vigorosamente dominado por la idea de progreso». «La sustitución de la autoridad como criterio científico-técnico por la experiencia y capacidad de raciocinio personal es una de las grandes aportaciones... que va mucho más allá de la mera recuperación de la cultura greco-romana» (Silva 2008). Este autor plantea que hay que considerar que en esta época se debe hacer una nueva valoración de la ciencia y la técnica, tanto por su utilidad práctica como por su contribución a un mayor conocimiento de la Naturaleza. Considera que este fue un período de gran capacidad técnica creadora, en el cual son relativamente escasas las grandes invenciones. En el trabajo indicado, Silva (2008) menciona una larga lista de temas en los que se dieron importantes desarrollos científico-técnicos:

- El arte de navegar por el mar y por los ríos, incluyendo los descubrimientos geográficos, la náutica, el uso y perfeccionamiento de instrumentos de medida y de la observación astronómica, la arquitectura y construcción naval (de flotas de pesca, mercantes y de guerra) para los cuales se perfeccionó el trabajo de la madera.
- La irrigación mediante presas.
- La explotación de recursos mineros.
- La artillería y el arte de las máquinas, con cambios fundamentales en la ingeniería de fortificación y en los procesos de concentración del poder político. Técnicas en las que se hizo uso de las matemáticas, utilizando la geometría euclidiana y la aritmética.
- La historia natural, la minería y la metalurgia y la medicina, en la que se hicieron aportes españoles en los siglos siguientes al XV (XVI y XVII).
- La agricultura y la jardinería.

La corte en la Edad Media era el centro de sociabilidad en el que convivían un gran número de personas de distinto rango y en el que aunque existía una jerarquización todos esos grupos estaban unidos en actividades comunes e interdependientes, mediante ciertas reglas de sociabilidad. Durante el reinado de los Reyes Católicos fue así también. La corte era un centro de desarrollo de habilidades. Ambos reyes tuvieron una buena educación, aunque había diferencias en la formación de hombres y mujeres, de acuerdo al distinto papel que les asignaba la sociedad. El hombre se debía preparar para el gobierno y la guerra, la mujer para la atención a los hijos. La reina Isabel como futura monarca recibió una educación muy completa. En su mandato se ocupó personalmente de esos asuntos y le daba mucha importancia a la buena conducta cortesana. El gusto de Isabel por el saber se aprecia porque ella favoreció el comercio de libros y de la imprenta e incentivó campos como la gramática y la lexicografía estimulando los trabajos de importantes intelectuales en esos campos. La reina Isabel se preocupó por la formación de sus hijos buscando el apoyo de intelectuales y de libros. Ella misma estuvo consciente de que el gobernante debía tener conocimientos para ejercer bien su labor por lo cual siguió aprendiendo.

El eje central de la formación en esa época estaba en los aspectos espirituales y morales, acompañados por el adiestramiento cortesano y una instrucción de carácter intelectual orientada hacia un humanismo, más centrada en lo político que en lo intelectual. En los sectores dominantes de esa sociedad había una preocupación por la educación de los

niños y de los jóvenes. Esta preocupación dio lugar a que existieran escritores que publicaban libros para orientar a los padres en esas actividades. Se consideraba que las personas debían tener una conducta recta, honesta y moralmente responsable, manifestando siempre temor y respeto a Dios. Isabel consideraba que como gobernante debía que cuidar la imagen, otorgándole a ésta un sentido político. Los Reyes Católicos apoyaron la formación en música (que además fue un símbolo de magnificencia de los monarcas⁵⁵), canto y danza, incluyéndolos en el programa formativo de la corte, pero también en la formación de sus hijos, a quienes dieron la oportunidad de desarrollar ciertas destrezas en el uso de varios instrumentos, apoyándolos con importantes maestros. «En la corte Isabelina se imparte una formación «regia» de raíz medieval, caballeresca y cristiana pero inmersa en las nuevas corrientes humanísticas», de lo que se beneficiaron los miembros de la familia real, los vástagos de la nobleza y el personal de la corte. (del Val 2011)

La educación estuvo muy relacionada con la vinculación de la Iglesia y el Estado. En el Nuevo Mundo se estimuló que se estableciese un lugar en cada población en el que se enseñase a los niños indígenas a leer y escribir, se les enseñase el catecismo, para lo cual se imprimieron cartillas. Esta labor se le encargó a las órdenes religiosas como los franciscanos y más tarde los jesuitas. Al mismo tiempo se trasmitían los principios y prácticas de la religión católica, para propagar esta fe desde las primeras letras hasta las universidades.

La mayoría de la población era analfabeta. De su adquisición de conocimientos se encargaba la Iglesia católica por medio de la predicación, espectáculos e imágenes. En los gremios se aceptaban niños y jóvenes para servir a los artesanos y a cambio aprendían a leer, escribir y a aprender el oficio. Más adelante, en el siglo XVI se fundaron escuelas de las primeras letras⁵⁶.

En España se habían fundado universidades antes del reinado de los Reyes Católicos (Salamanca (1218), Valladolid (1241), Murcia (1272), Alcalá de Henares (1293, refundada por Cisneros en 1499). Los estudios universitarios se comenzaban muy temprano, a eso de los 14 años. Se dedicaban los primeros años a las artes liberales y cuando se pasaban los exámenes se obtenía el título de bachiller, en un plazo de unos seis años. Después una minoría estudiaba Arte a nivel superior o Medicina, Derecho o Teología, consiguiendo el título de magíster y con estudios más prolongados el de doctor. Los estudiantes provenían de la nobleza y cuando salían, la mayoría en Derecho, trabajaban en la administración.

Tal como plantea Gómez (2008) los Reyes Católicos apoyaron a las universidades, les suministraron recursos económicos e intervinieron facilitando la creación de algunas universidades como Sevilla, Santiago de Compostela, dando apoyo a otras como la de Valencia y Barcelona, la de Alcalá y la Complutense, cuyo desarrollo tuvo siempre la voluntad del [Cardenal Cisneros](#), por su interés en fortalecer el clero castellano, y el apoyo de los Reyes Católicos, quienes querían estimular a todo el pueblo español en torno al mismo ideario religioso. De la Complutense proceden los grandes intelectuales de España. Una figura notable, como [Antonio de Nebrija](#) (1444?-1522), quien fue autor de la primera Gramática castellana, pudo presentarle ese proyecto a la reina Isabel, contando con su beneplácito; en 1509 fue nombrado cronista real y dio clase en las universidades de Salamanca y Alcalá de Henares, ciudad en la que murió. La universidad de Alcalá contó con todo el apoyo del Cardenal Cisneros desde 1498 y en

⁵⁵ <https://www.palaciorealtestamentario.es/2021/08/22/la-educacion-musical-en-la-corte-de-los-reyes-catolicos/>

⁵⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_educaci%C3%B3n_en_Espa%C3%B1a

ella Antonio de Nebrija ocupó la cátedra de Gramática en 1513. Más importante aún fue el apoyo a la universidad de Salamanca, que mientras vivió Isabel tuvo una primacía absoluta e indiscutible; allí se formaron los grandes animadores de la cultura de los Reyes Católicos. Estos dinamizaron la universidad española en su conjunto. El Cardenal Cisneros lo hizo también durante su regencia.

9.2.Las artes con los Reyes Católicos

En las artes, según Martín (2014) la época de los Reyes Católicos también se encontró en una transición «entre el medievalismo de una etapa en plena liquidación histórica, y el renacentismo». La estrategia política establecida por los Reyes Católicos, basada en el fortalecimiento de la autoridad real, mantuvo también el apoyo de los nobles, que participaron de un mismo proyecto histórico y cultural. Según Martín (2014) los nobles eran poco receptivos hacia la afición por la cultura. Pero, según José Cepeda Adán (en Martín 2014, pag. 18), «Además de sus acciones en la guerra, en la diplomacia y en la administración, serán también los primeros en beber el entusiasmo por la cultura...» Caballero (2014) plantea que la reina Isabel fue la principal promotora artística de su época, pero que la secundaron muchos eclesiásticos. La reina Isabel desde pequeña fue testigo de la vida cultural en la corte de Enrique IV, representaciones teatrales, música, danza, actividades literarias, cinegéticas y lúdicas. Allí comenzó a disfrutar de la literatura y entrar en contacto con escritores. Puede decirse que en la formación del gusto artístico de la reina Isabel influyó mucho la tradición familiar.

En los aspectos artísticos hay que considerar la vinculación de España con Italia y con los Países Bajos. «La pintura de la época de los Reyes Católicos se debate entre el modelo nórdico y el italiano». En Italia España había ocupado los reinos de Nápoles y Sicilia, lo que facilitó que llegasen las influencias clasicistas del Renacimiento originado en Italia y que esto tuviese expresiones en el campo cultural y artístico. Igualmente puede decirse que ocurrió con las influencias desde el norte de Europa, los modelos flamencos provenientes de los Países Bajos, ocupados también por España y muy vinculados con los sucesores de los reyes Católicos. Parece que Isabel tuvo una preferencia muy especial por el arte flamenco, que acumulaba obras heredadas pero que también amplió su colección comprando otras.

La transición del mundo medieval al moderno, no fue solamente política, se dio también en la cultura, en la literatura, en el arte y en la música. En la arquitectura lo más destacado fue el arte gótico que sustituyó al románico y contribuyó a cambiar la configuración urbanística y paisajística de la ciudad. También se desarrollaron monumentos y pinturas sobre todo para las iglesias y otras obras religiosas, reflejo de la realidad sociocultural de la época. Todas estas obras las desarrollaron una pléyade de artífices. El mismo Cardenal Cisneros patrocinó el desarrollo artístico, se hicieron bajo su influencia obras que con un fuerte componente mudéjar incorporó influencias renacentistas, dándose el nombre de estilo Cisneros a este enfoque. El fomento de la cultura y el uso que de ella hicieron los monarcas se orientó a beneficiar su propio proyecto político e ideológico.

En relación con la música en el período de los Reyes Católicos se comenzaron en España las grandes escuelas de música nacional. La reina Isabel creó una Capilla de música para servicio de la Corte, reuniendo a los artistas más destacados de la nación. Se hacía acompañar de músicos y poetas y se cuidó de la educación musical de sus hijos. Algunos de los músicos más destacados eran también religiosos. En este como en otros aspectos culturales debe reconocerse el impulso y dirección que dio la reina Isabel a la cultura nacional y a la formación en las artes liberales.

Debido a la herencia musulmana y judía y al contacto que la corona tenía con todo el continente debido a los viajes, comercio y alianzas matrimoniales, en la época de los Reyes Católicos se conocían las obras de músicos de los Países Bajos, flamencos y franceses. Así la producción local de música incorporaba aspectos de todas esas culturas. El género más importante fue el vocal, tanto religioso para ser interpretado sobre todo «[a capella](#)» y en ocasiones acompañado por el órgano. Se dice que los Reyes Católicos encargaban componer romances y villancicos de carácter popular con letras de temáticas religiosas. Y que el rey Fernando, a la muerte de la reina ordenó reorganizar las capillas musicales, que antes habían estado separadas por coronas. También había música para la danza o el baile. Toda la música estaba realmente influenciada por la tradición de la edad media. Los cancioneros fueron importantes antologías musicales, hubo cancioneros de música producida en España y también de música franco-flamenca. Gran parte de los conocimientos que se tienen hoy de las formas musicales de esa época provienen de los cancioneros. Aunque algunos dicen que España no fue abanderada de la revolución musical renacentista también se compuso en España una música maravillosa que contó con todo el apoyo de los Reyes Católicos⁵⁷. [△](#)

Capítulo 10. España en el siglo XVI

A la muerte de la reina Isabel fue designada reina su hija Juana con su esposo Felipe, pero no pudieron reinar verdaderamente por dificultades varias que no vale la pena describir aquí y pueden consultarse en los enlaces que se dan con sus nombres. Su padre Fernando se encargó del gobierno a la muerte del esposo y la encerró en Tordesillas señalando que estaba loca. A la muerte de Fernando se encargó de la regencia el Cardenal Cisneros hasta que su hijo Carlos cumpliera la mayoría de edad.

10. La época de Carlos I. Primera mitad del siglo XVI

10.1. Situación socio-económica en la España de Carlos I

[Carlos I](#) (1500-1558), el hijo de [Juana de Castilla](#), hija de los Reyes Católicos, casada con [Felipe el Hermoso](#) que fue hijo del emperador [Maximiliano](#) y de [María de Borgoña](#), nació en el [Condado de Flandes](#), y ahí pasó su infancia y adolescencia, en la que su tía [Margarita de Austria](#) se ocupó de su crianza hasta la mayoría de edad. Carlos I tuvo una esmerada educación en Flandes, que era una de las cortes más cultas de Europa, con una vida social muy activa, que gozaba de una envidiable libertad y acogía a numerosos artistas e intelectuales, entre ellos a [Erasmus de Rotterdam](#) que tuvo una fuerte influencia ideológica y espiritual en la corte y en Carlos I. Éste estuvo rodeado de intelectuales importantes y estuvo muy influenciado por el humanismo, por el erasmismo⁵⁸.

⁵⁷ Estas informaciones se han tomado de varias referencias encontradas por Internet:
<https://www.palaciorealtestamentario.es/2018/06/21/la-musica-en-la-epoca-de-isabel-la-catolica/>,
<https://musicaantigua.com/el-cancionero-de-palacio-la-musica-de-los-reyes-catolicos/>,
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2485796.pdf>

⁵⁸ Erasmismo: se alude a la notable influencia que las ideas de Erasmo de Rotterdam tuvieron en España, con el apoyo de Carlos I. El periodo de mayor influencia del [erasmismo](#) español se sitúa entre 1528 y 1532, y cabe considerarlo como un aglutinante de las ideas (literarias, políticas, científicas, legales, etc.) que afloraban de la sociedad española del [siglo XVI](#). Las ideas religiosas de Erasmo atrajeron a la élite intelectual española. Proponían la defensa de un retorno al evangelio, a una religión espiritual y a un culto interior, pero pedían también una reforma de la iglesia y de la religión y la defensa del libre albedrío, esforzándose por preservar la unidad del mundo cristiano. En ciertos momentos la Inquisición juzgó a varios por defender estas ideas, considerando que estaban muy cerca de las promovidas por Lutero.
https://es.wikipedia.org/wiki/Erasmismo_en_Espa%C3%B1a#Referencias

De su único matrimonio tuvo cinco hijos, más una hija que nació antes de su matrimonio cuando hizo pareja con la viuda de su padre Fernando II de Aragón, y otro hijo después de enviudar, Juan de Austria.

González (2018) destaca la coincidencia de la infancia y la adolescencia de Carlos I con un cambio importante en Europa, el triunfo y difusión del humanismo, un retorno a la cultura de los clásicos griegos y romanos, la época en que el Renacimiento tuvo el mayor esplendor. Por otra parte la época de Carlos I coincide también con la era de los grandes descubrimientos geográficos: América, África Central y del sur, India, Asia y la vuelta al mundo. Lo que significó una época de especiales preocupaciones por obtener el conocimiento sobre lo que ofrecían las nuevas zonas, desconocidas hasta entonces, y desarrollar técnicas para enfrentar los nuevos retos. Fueron también tiempos de intensos conflictos religiosos entre la Iglesia católica clásica y la Reforma Protestante. El Renacimiento facilitó el surgimiento del humanismo y el uso de la razón.

Su relación con esta corte facilitó el acceso de España a los cambios que tenían lugar en Europa. El descubrimiento y valorización del Nuevo Mundo así como la primera vuelta al mundo estimularon la búsqueda de conocimientos para conocer e interpretar lo que existía en esas tierras, su naturaleza y sus sociedades.

Conocer un poco la personalidad de Carlos I ayuda a comprender cómo enfrentó los grandes desafíos de su época. Algunas de las características de la personalidad de Carlos I, según describió el embajador Contarini⁵⁹, indican que a los 25 años era de cuerpo bien proporcionado, ojos inquietos, aspecto grave, pero no cruel ni severo. De carácter callado (por el tipo de mentón prolongado que le hacía difícil hablar). De religiosidad extrema, de espíritu justiciero y dedicación absoluta a sus deberes regios. De carácter seco, poco afable, más bien avaro que liberal. Aunque no demostraba ser ambicioso de Estado tenía gran ambición de encontrarse en una jornada de guerra y de combatir a los infieles. Carlos I fue siempre un soldado, su mayor pasión fue el ejército, las maniobras militares, la guerra. Sin embargo como gobernante buscó la paz, poniendo su mayor esfuerzo para lograrla. Otras personas dicen que era parco en palabras, de carácter moderado pero que no perdonaba ofensas. De memoria privilegiada, dominaba varios idiomas, muy agudo y claro de juicio. Se consideraba el brazo ejecutor de los designios divinos. Consideraba la universalidad de su poder como un derecho propio. Viajó por todos sus dominios, estuvo poco tiempo en el mismo lugar, nunca tuvo una corte estable, fue un viajero incansable por su sentido de deber como soberano de territorios tan extendidos, pero añoraba la paz de la vida familiar. Estuvo muy atraído por Italia y su historia. Adoptó el espíritu renacentista. Supo rodearse de importantes pensadores, artistas y hombres de ciencia. Tuvo una fuerte atracción por el arte, sobre todo por la música. Se hizo acompañar de músicos por toda Europa y formó la capilla musical más destacada de su tiempo, que fue después una de las herencias más queridas de su hijo Felipe (II). Tuvo también gran afición a coleccionar relojes y mapas.

El renacimiento significó una transición entre las explicaciones teocráticas a las basadas en la objetividad de la ciencia basada en la observación y la experimentación. Fue un período de transición hacia la ciencia moderna, la revolución científica, que normalmente se plantea que se dio a principios del siglo XVII, con los planteamientos de Galileo. El surgimiento de la Reforma protestante impulsó la libertad de conciencia y generó una Contrarreforma que ocupó muchas de las energías, dinero y acciones de Carlos I y su corte.

⁵⁹ <https://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=carlos-i-rey-de-espanna-y-v-emperador-de-alemania>. En esta referencia se describen en detalle las circunstancias de la vida de Carlos I y su reinado.

Cuando murió el padre de Carlos I, en 1509, éste recibió en herencia Holanda, Luxemburgo, Artois y el [Franco Condado](#) y en 1519, al morir el abuelo Maximiliano, recibió los territorios de los Absburgos y fue nombrado Emperador del [Sacro Imperio Romano Germánico](#). Logró así unificar bajo su poder los territorios de la corona de Castilla y de la corona de Aragón, más los de la herencia paterna (Países Bajos y el Franco Condado) y los de su abuelo paterno (Austria, Estiria, y el Tirol).

Carlos I, influido por el erasmismo quiso construir un imperio universal cristiano, pero para completar la unidad del Imperio necesitaba incluir [el Milanesado](#), teniendo para ello que arrebatarlo al rey de Francia Francisco I, a quien derrotó y con quien tuvo que negociar, incluyendo entonces también a [la Borgoña](#)⁶⁰.

Cuando Carlos I regresó de Flandes a España tuvo una reacción en su contra, porque se le veía como un joven inexperto, que no conocía las costumbres ni el idioma y que llegó rodeado de consejeros y colaboradores extranjeros provenientes de los Países Bajos, a los que se dieron privilegios y acceso a riquezas. Esa situación llevó a que varias ciudades del reino de Castilla se sublevaran (Toledo, Segovia, Ávila, Burgos, Murcia,...) constituyendo el gobierno del reino y ofreciendo la corona a la reina Juana. En este movimiento llamado «de [los comuneros](#) (1520-1521) » participó un sector de los hidalgos y las clases medias urbanas (artesanos, mercaderes, funcionarios). También en la zona de Valencia y el reino de Mallorca ocurrió el «[Conflicto de las Germanías](#) (1520-1523) ». Tuvo también que luchar en Navarra porque el rey Enrique II apoyado por el rey de Francia Francisco I habían recuperado una parte de Navarra (1521), pero pronto fue controlado por Carlos I.

El gobierno de Carlos I estuvo caracterizado por la frecuencia de las guerras. Sobre todo con el rey de Francia [Francisco I](#) quien también pretendió ser emperador. Carlos I tuvo que defender las posesiones en Italia, negociando finalmente la Borgoña a cambio de las posesiones en Italia. «Carlos I entendió que el imperio español tenía una gran misión histórica que cumplir: el mantenimiento de una monarquía cristiana y universal cuya jerarquía espiritual (la) ostentaba el Papa y él, el jefe político, frente a la triple amenaza de los príncipes protestantes y de las apetencias de Francia»⁶¹. Inicialmente él había sido conciliador con el problema religioso alemán, tal como se expresó en la [Dieta de Habsburgo](#), pero esto fracasó por la posición radical de los príncipes protestantes alemanes. Los conflictos con Alemania y con Francisco I se complicaron más con los avances del Sultán [Soleimán el Magnífico](#). La vida de Carlos I estuvo plena de guerras, unas ganadas y otras perdidas, lo que le llevó finalmente a la firma de la Paz de Augsburgo en 1555, debido a las continuas amenazas y a la mala situación financiera abdicando como Emperador, dejando el imperio alemán y las propiedades de los Austrias en Alemania a su hermano Fernando y España, Italia, los Países Bajos y las colonias en América y Asia al hijo Felipe (II).

Debido a las continuas guerras exteriores la hacienda pública se fue endeudando de manera crónica, tanto que los impuestos, el oro y la plata provenientes del nuevo Mundo no alcanzaban. Se tenía una deuda con los banqueros europeos ([Fugger](#), [Welser](#), etc.). Para pagar a los Welser se les concedió el comercio y la administración de Venezuela. Las deudas fueron una de las causas de la abdicación.

Después de controlar las revueltas de los Comuneros y las Germanías, Carlos I salió de España para resolver asuntos y a su regreso en 1522 emprendió en España reformas en el gobierno y en la administración para integrar a las élites. Desarrolló un sistema

⁶⁰ https://es.wikipedia.org/wiki/Carlos_I_de_Espa%C3%B1a

⁶¹ Carlos I de España y V de Alemania: política interior y política exterior, https://www.murciaeduca.es/iessaavedrafajardo/sitio/upload/Tema_5_Carlos_V.pdf

««polisinodial» de Consejos, siguiendo los pasos que habían establecido los Reyes Católicos, pero que se habían dividido posteriormente. La finalidad de los Consejos era asesorar al rey y tramitar asuntos administrativos ordinarios y asuntos de justicia. En 1524 se fundó el [Consejo de Indias](#) y en 1526 [el Consejo de Estado](#), consejo privado del monarca. Los Consejos obtuvieron un poder importante como sitios en los que se pulsaban las opiniones de los distintos grupos de poder y que, en ausencia del rey, actuaban como gobernantes en sus áreas de acción. Otra importante institución de gobierno fueron los Secretarios, que tuvieron mucho poder por ser los encargados de trasladar las decisiones del rey a los Consejos.

Además de los Consejos especializados, [los Secretarios](#) y [el Consejo de Estado](#), estaban [las Cortes](#) (Castilla, Aragón, Valencia, Cataluña), que se mantuvieron funcionando, pero que al igual que con los Reyes Católicos, fueron perdiendo importancia. A la organización del gobierno central hay que añadir que los gobiernos locales contaron también con Consejos o Cabildos y Corregidores, que eran quienes representaban al rey. Después de descubierto el Nuevo Mundo, tanto los Reyes Católicos como Carlos I impulsaron las expediciones de exploración y conquista de las Indias Occidentales (el Nuevo Mundo), por lo que tuvieron que crear estructuras de gobierno e instituciones. Se crearon [Virreinos y Capitanías Generales](#), se estableció una [Real Audiencia](#) para administrar la justicia.

La producción en la península siguió los mismos esquemas de los Reyes Católicos, el sector clave fue la agricultura, potenciada ahora para abastecer los mercados americanos. La exportación de lana siguió siendo muy importante. La intensa relación con las zonas descubiertas hizo que se desarrollase una industria relacionada con la navegación. Se crearon astilleros para la construcción de buques y se explotó el hierro del país vasco para la fabricación de cañones y armas. El comercio aumentó considerablemente y Sevilla, puente entre el Nuevo Mundo y Europa, se convirtió en una de las ciudades europeas con mayor actividad mercantil. [El comercio con el Nuevo Mundo](#) superó económicamente el mercado interno y la producción para la exportación. [El oro](#) y [la plata](#) se destacaron como los principales productos de exportación y como moneda de cambio para pagar las deudas. Carlos I estableció la posibilidad de realizar [el comercio de esclavos](#) directo desde África hasta el Nuevo Mundo, sin tener que pasar primero por España como se hacía antes. En ese tiempo había surgido la discusión sobre los derechos morales de los conquistadores y de sus posibilidades de mantener sus actividades de conquista y colonización, al reconocer que los indios eran también personas con derechos propios⁶².

10.2. La ciencia y la técnica en España con Carlos I

Desde el punto de vista del conocimiento científico y tecnológico debe considerarse que en la época de Carlos I, en la primera mitad del siglo XVI, aún no había nacido la ciencia moderna, que estaba en gestación ya que se había iniciado la revolución copernicana. Tal como dice González (2018), se buscaban conocimientos para resolver problemas técnicos, ciencia y técnica iban juntas como ingeniería, que se aplicaba en áreas relacionadas con la navegación, la cosmografía, la astronomía (métodos y herramientas), la construcción (sitios de defensa, máquinas y herramientas militares), para mejorar los procesos de manejo de minerales y metales y también para el aprovechamiento de las nuevas especies vegetales. Se buscaba redescubrir la naturaleza. Al encontrar nuevas especies y nuevas formas de vida se desarrollaron nuevos enfoques y actitudes basados en la observación y en la medición, se avanzó en el uso de la

⁶² https://es.wikipedia.org/wiki/Carlos_I_de_Espa%C3%B1a

racionalidad y por ello hubo un avance importante en el uso de la matemática para la medición. Sin embargo todavía hubo también un gran interés por la alquimia, la astrología y la magia.

Hay que destacar lo que plantea López-Ocón (2003) (en González 2018): «el cultivo de los saberes científico-técnicos se convirtió en un asunto de Estado, porque los gobernantes reconocieron su enorme utilidad para mejorar la gestión del imperio». Los monarcas se rodearon de pensadores, sabios y eruditos, apoyaron las actividades de búsqueda de conocimientos y el desarrollo de técnicas y nuevas herramientas. Apoyaron el desarrollo de la imprenta y facilitaron la impresión y distribución de libros. Con ellos se fueron difundiendo los nuevos puntos de vista, se difundieron los conocimientos de los clásicos y la información sobre los hallazgos producidos por los nuevos descubrimientos.

González (2018) analiza en mucho detalle la situación de la ciencia y la técnica en la época de Carlos I de España y V de Alemania. En su artículo concluye que en el reinado de Carlos I la ciencia y la técnica tuvieron una importante contribución española, una notable presencia de lo español en la Europa de su tiempo.

Es de tomar en cuenta que el alcance del reinado de Carlos I por toda Europa en la época del Renacimiento, el descubrimiento, conquista y colonización del Nuevo Mundo y la formación en su juventud en Flandes contribuyeron mucho a que llegasen a la corte española las influencias del pensamiento transformador que bullía en Europa.

Para hablar de ciencia y tecnología en esta época hay que considerar que la ciencia moderna no había nacido todavía, que ciencia y técnica iban juntas como ingeniería. Hablaremos de conocimientos científicos y de ciencia, aunque no correspondan a la interpretación actual, para señalar la búsqueda de conocimientos más básicos que podían describir y explicar las características de los componentes de la naturaleza.

En la época de Carlos I diversos factores influyeron en forma determinante en el cambio de concepción del papel del conocimiento científico. El pensamiento de los griegos tuvo gran influencia debido a la difusión de libros clásicos griegos y romanos por medio de la imprenta. Además se fue dando una progresiva relajación de la tradicional sumisión de la ciencia a la filosofía y la teología, lo que favoreció la formación de un espíritu nuevo, el humanismo. Y en el plano de las ideas una progresiva transición del racionalismo aristotélico-averroísta a una concepción de la ciencia fundada en la observación. La imprenta permitió ampliar la difusión de ideas y conocimientos, los príncipes se rodearon de sabios y hubo movilidad de los intelectuales. Por lo que hubo intelectuales españoles que hicieron sus trabajos en otras latitudes y europeos que llegaron a España y difundieron nuevas ideas y conocimientos.

Con el descubrimiento del Nuevo Mundo se despertó un gran interés por el redescubrimiento de la naturaleza, con interés en los conocimientos prácticos, la ingeniería civil y militar y la construcción de máquinas y artefactos.

En Europa, explota el movimiento del [Renacimiento](#), en todas las esferas de la actividad humana, especialmente en las artes y las humanidades pero también en lo relacionado con las distintas áreas de la ciencia. En éstas se aprecia que creció el interés social por las matemáticas, la aritmética y la geometría. Se tradujeron las obras de [Euclides](#), [Arquímedes](#) y [Ptolomeo](#) y hubo también importantes matemáticos, como [Luca Pacioli](#) (1445-1514) que fue quien introdujo el concepto de «proporción áurea- La divina proporción-» y más tarde [Niccolò Fontana Tartaglia](#) (1500-1557) y [Gerolamo Cardano](#) (1501-1576), pero en la península ibérica puede citarse a [Pedro Nunes](#) (1502-1578). La Astronomía adquiere importancia especial debido a su utilidad para la navegación y en ella aparece la obra de [Nicolás Copérnico](#) (1473-1545) con el modelo heliocentrista que

más tarde desencadenó la revolución copernicana con los trabajos y propuestas de Galileo, Kepler, Newton y Laplace.

Con el descubrimiento del Nuevo Mundo surge un gran interés por el conocimiento de las características geográficas, botánicas y humanas en las Indias Occidentales. La Botánica se ocupa de la recolección de especies y del uso que les dan los indígenas, aunque sin tener una taxonomía adecuada. La Zoología se dedica a la organización de colecciones de animales de esas zonas. En la Química prevaleció la alquimia, el interés se centra en la mineralogía y las técnicas metalúrgicas, así como en la colección de minerales.

La Navegación estimula el desarrollo de la Cosmografía, la Cartografía y las técnicas requeridas para viajar. El viaje aprobado por Carlos I para que [Magallanes](#) diese [la vuelta al mundo](#) navegando hacia el este confirma prácticamente la redondez de la Tierra, aunque ya no había dudas a este respecto. En Medicina [Andrés Vesalio](#) (1514-1564) significó una ruptura fundamental sobre los planteamientos del griego [Galeno](#), introduciendo el valor de la disección como principio científico y estableciendo el paradigma arquitectónico del cuerpo humano. Nacido en España, destacó [Miguel Servet](#) (1511-1553) por su contribución al hallazgo de la circulación pulmonar de la sangre, además de distinguirse por sus trabajos como humanista y reformador religioso, lo que hizo que fuera llevado al cadalso por sus ideas. Otro español de origen, [Juan Luis Vives](#) (1492-1540) fue un preclaro humanista.

No se puede dejar de mencionar que en la época de Carlos I y en el tiempo de los Reyes Católicos vivió [Leonardo da Vinci](#) (1452-1519), que fue el más interesado en todos los ámbitos del saber, reconocido como genio en el arte pero también en el campo de la ingeniería, como inventor, como constructor de máquinas y artefactos.

González (2018) nos hace recordar que en la primera mitad del siglo XVI tres personas ([Erasmo](#), [Lutero](#) y [Calvino](#)), al margen del pensamiento propiamente científico, construyeron un marco cultural en el que se desarrolló posteriormente la ciencia y que influyó fuertemente en todas las actividades de la sociedad de esa época. Señala también que en España, como en el resto de Europa hubo también ciencia y científicos que inclusive pudieron moverse por otros países de Europa. Como ejemplos importantes de científicos españoles destaca tres nombres: [Pedro de Medina](#) (1493-1567), [Andrés Laguna](#) (1499-1559) y [Juanelo Turriano](#) (1500-1585). Pedro de Medina fue reconocido como matemático, geógrafo, cartógrafo, astrónomo, historiador e interesado en los temas de navegación, o sea un intelectual de su época. Sus publicaciones fueron reconocidas y traducidas en Europa: el Libro de Cosmografía y el Arte de Navegar....

Andrés Laguna fue médico de Carlos I, profesor en las universidades de Alcalá y Toledo, trató también sobre temas filosóficos, literarios, históricos y políticos, destacando en los ámbitos de la medicina y la botánica y su relación con la farmacología. Tradujo al castellano el libro Materia Médica de Dioscórides, en el que se exponía una visión distinta a la de Galeno. Juanelo Turriano, nacido en el Milanesado pero españolizado, fue ingeniero hidráulico, que realizó un artificio para bombear agua del río Tajo y poder llevarla a toda la ciudad, relojero consentido de Carlos I, matemático, enamorado de los autómatas, inventor, al cual se le atribuye una publicación: Los veintidós libros de los ingenios y de las máquinas.

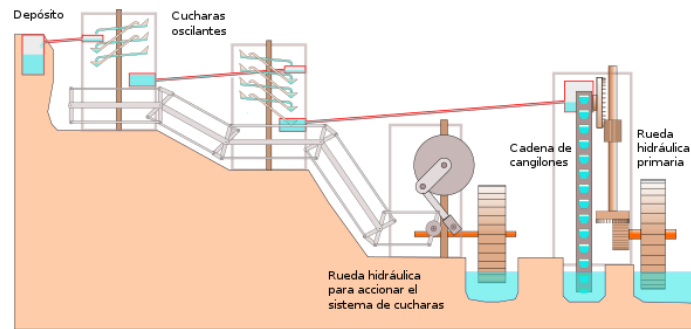


Figura 18. Proyecto Bombeo de agua del Tajo. J. Turriano

Fuente: Wikipedia

El rey Carlos I apoyó y patrocinó el nuevo arte en sus diferentes manifestaciones. Debe destacarse que durante su gobierno tanto el rey como la nobleza y el clero desempeñaron un importante papel como mecenas, estuvieron muy atraídos por el nuevo estilo renacentista italiano y favorecieron la llegada a España de artistas que hicieron sus obras en España y fomentaron el desarrollo de artistas españoles en diferentes ramas.

10.3.Las artes con Carlos I

En la pintura se destaca [el Greco](#), de fama universal pero también surgieron muchos otros pintores, entre ellos [Pedro Berruguete](#), [Alonso Berruguete](#), [Juan de Flandes](#), [Luis de Morales](#), etc.

En arquitectura hay un gran número de arquitectos españoles. En esta época aparecen varios nuevos estilos: [el Plateresco](#), estilo español que combinó ideas italianas con la tradición gótica española con fachadas extremadamente decoradas; [el Purismo](#) con una mayor austeridad decorativa de «edificios de aspecto más severo, armónico y equilibrado»; [el Estilo Herreriano](#), en honor a [Juan de Herrera](#), arquitecto español más importante del siglo XVI, sobre todo por haber continuado y concluido el Monasterio de San Lorenzo del Escorial en la época de Felipe II, este estilo se caracterizó por el predominio de elementos constructivos, ausencia decorativa. Líneas rectas y volúmenes cúbicos. Todos estos enfoques fueron llevados a las colonias de América.

En [escultura en el Renacimiento en España](#) hubo también desarrollos importantes, con mucha relación con Italia, por las relaciones políticas y militares. El Reinado y la Corte financiaron a escultores italianos para que fueran a trabajar en España, donde como consecuencia aparecieron muchos escultores españoles siguiendo las influencias italianas aunque dándole un carácter más español. Utilizaron mármol, bronce y especialmente madera policromada y estofada. Se realizaron grandes retablos, sillerías de coro, imágenes y escultura funeraria. La temática fue fundamentalmente religiosa dada la influencia de la Iglesia.

[La música en la época de Carlos I](#) vivió una importante transformación musical, que ya había comenzado en el siglo anterior, del estilo monódico – del canto gregoriano y de la música profana medieval – a la polifonía. En Europa, durante el Renacimiento, «el ascenso de la burguesía como clase social, las ideas del humanismo (incluyendo la revalorización de las artes para disfrute personal) y el invento de la imprenta produjeron una extraordinaria y nueva difusión de la música culta», permitiendo que ocupara un

lugar en el ocio de las clases medias, que consumían la amplia literatura musical profana publicada en toda Europa, en España libros de vihuela y villancicos⁶³. Al llegar a España Carlos I iba acompañado de su capilla musical, «la más completa y la más excelente de la cristiandad», con músicos que mostraron su arte franco-flamenco, influyendo fuertemente en los compositores locales⁶⁴.

En la historia de [la música del Renacimiento](#) se habla de varias generaciones. En la tercera generación (1480-1520) se destacó música franco-flamenca que gracias a su difusión y a la imprenta se consolidó como un estilo internacional en Alemania, Italia, Francia, Inglaterra y también en España. Se menciona también que hubo una cuarta generación (1520-1550) en la que se impuso el estilo internacional en la música religiosa. En esta época en España se publicaron cancioneros⁶⁵ y libros para vihuela que incluyen canciones para voz. La escuela española de polifonía alcanzó unos momentos de gran esplendor y existieron varias escuelas, las más importantes: la andaluza, la castellana y la catalana, y otras de menor importancia: la aragonesa, la valenciana y la del reino de Navarra. En cada una de ellas se distinguieron algunos autores. [Cristóbal de Morales](#), sacerdote católico español, maestro de capilla, principal representante de la escuela polifónica andaluza, junto a [Tomás Luis de Victoria](#) y [Francisco Guerrero](#), fueron los tres grandes de la música polifónica española del Renacimiento⁶⁶. La época de Felipe II. La segunda mitad del siglo XVI

10.4. La situación socio-económica en la España de Felipe II

El Reinado de [Felipe II](#) (1527-1598), hijo de Carlos I y su sucesor al frente del gobierno es una continuación de la dinastía de los Austrias en el gobierno de España. En cierta manera hay una continuación de muchos aspectos del gobierno de Carlos I, sobre todo la expansión, control y explotación del Imperio Español en las Indias Occidentales, pero también hay importantes cambios, unos de estilo, otros de condiciones, muy profundos, que obligan a revisar con más o menos detalle el contexto general de este reinado y su relación con el desarrollo científico y tecnológico, que es el centro de este estudio.

En el siglo XVI es cuando tiene lugar la colonización del Nuevo Mundo descubierto por Colón en 1492. En él se va a expandir un gran interés por conocer esa nueva realidad y por sacarle el máximo provecho económico y político. Un conjunto de viajeros y escritores – los cronistas de Indias – se ocupan de escribir la realidad geográfica, económica, antropológica, cultural e histórica de los nuevos territorios y un conjunto de emisarios políticos y comerciantes organizaron y llevaron a cabo la transferencia de mercancías económicamente útiles entre los dos continentes.

En el gobierno de Carlos I de España y V de Alemania⁶⁷ se habían conquistado ya las diferentes zonas del continente americano, descubierto y comenzado a conquistar al final del reinado de los Reyes Católicos. España había ocupado ya los reinos y espacios en los que vivían los aztecas, los incas, los araucanos, los caribes y amplias zonas de Norteamérica. Según plantea Viloria (2009, 39) entre 1518 y 1550 ya se habían fundado 22 ciudades (entre ellas Coro en Venezuela), después en la época de Felipe II, entre

⁶³ https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica_del_Renacimiento

⁶⁴ <https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/250/323/html/musica/La%20musica%20antigua%20espanola/carlos.html>

⁶⁵ Un ejemplo puede ser el cancionero de Segovia y como ese hay otros que recopilaron la música de esa época: https://es.wikipedia.org/wiki/Cancionero_de_Segovia

⁶⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica_del_Renacimiento

⁶⁷ En la literatura muchas veces está identificado como Carlos V, en este trabajo se prefiere el término de Carlos I ya que se discute la historia de España, pero ocasionalmente se usará también el de Carlos V.

1557 y 1596 otras 12 ciudades (incluyendo Caracas y Maracaibo en Venezuela). Tal como plantea Braudel (1953, tomo I, 563 en Vilorio 2009) hay que considerar que hubo grandes diferencias entre las necesidades y acciones en los dos reinados de Carlos I y de Felipe II, «este imperio es, incluso, más dilatado, más coherente, más sólido que el de Carlos V; pero menos adentrado en Europa, más centrado en España, más proyectado hacia el océano». Carlos I se ocupó de fortalecer y ampliar el Sacro Imperio Romano Germánico, mirando hacia afuera, Felipe II se ocupó también de ampliarlo, pero más de consolidarlo y explotarlo y lo hizo desde Castilla como centro.

Durante el gobierno de Felipe II España se convirtió en la primera potencia de Europa. El imperio español se extendió en todo el mundo. En Europa: toda la península, incluyendo Portugal, los reinos de Nápoles, Sicilia, la Cerdeña, el Milanesado. Los Países Bajos, la Borgoña, Inglaterra e Irlanda, y las Indias Occidentales, y en el océano Pacífico, las Filipinas y otros enclaves.

Felipe II tuvo una educación muy cuidada en su infancia y juventud, aunque no de la mano de sus padres, porque ante los frecuentes viajes guerreros de Carlos I su madre y éste le asignaron como tutores y maestros a importantes intelectuales: [Juan Martínez \(Silíceo\)](#) (1486-1557) fue nombrado su preceptor en 1534, [Juan de Zúñiga Avellaneda y Velasco](#) y [Juan Calvete de Estrella](#). Carlos I fue preparando a Felipe para que se desempeñara exitosamente como futuro jefe del gobierno. A la edad de 15 años nombró a Felipe gobernador de España, asesorado por consejeros veteranos. A finales de 1548 Felipe viaja a Italia y desde ahí a los Países Bajos. Un año después viaja por todas las diecisiete provincias del Imperio, donde será jurado heredero y sucesor de su padre por los diferentes estados. En 1550 viaja con su padre para encontrarse con Fernando de Austria, hermano de Carlos I, para que éste reconozca a Felipe como sucesor en el Imperio, pero éste se niega. En 1551 Felipe regresa a España, volviendo a ser Gobernador de España hasta 1554.

Carlos I tuvo siempre la preocupación por consolidar y ampliar el Imperio, por lo que a través de luchas y negociaciones fue consiguiendo que Felipe tomara posesión de otros reinos. A través de acuerdos relacionados con las necesidades de títulos para concretar el matrimonio de Felipe con María I reina de Inglaterra logró que Felipe fuera rey de Nápoles para poder lograr esa unión y con ello reinar en Inglaterra e Irlanda. Finalmente ante las presiones y confrontaciones que Carlos I tuvo de otros reyes y con las poblaciones de algunos de los reinos europeos, que no veían a Felipe como uno de los suyos, en 1556 Carlos I abdicó a la corona del Imperio dividiéndolo entre su hermano Fernando y Felipe, dejándole a éste los reinos hispanos, Cerdeña, Sicilia y las Indias y a Fernando el Sacro Imperio Romano Germánico, los Países Bajos y otras zonas en Europa⁶⁸.

La importancia mundial de Felipe II se da en la consolidación y extensión del Imperio español, convirtiendo a España en el país más rico y dominante del mundo de esa época, y también por su empeño en el apoyo a la Iglesia Católica en lo que fue muy riguroso, luchando contra la Reforma protestante. Esto ha hecho que muchos autores hayan valorizado la discusión sobre su semblanza, aspecto que ha generado fuertes discusiones y exageraciones.

⁶⁸ https://es.wikipedia.org/wiki/Felipe_II_de_Espa%C3%B1a



Figura 19. El Imperio Español con Felipe II.

Fuente: SileServe

de los aspectos señalados en la literatura indican que Felipe II era grave de gesto y palabra, de carácter firme y taciturno, prudente (se le menciona muchas veces como el Rey Prudente), de costumbres austeras, sosegado, constante y considerado, muy religioso pero sin caer en el fanatismo (aspecto que se ha exagerado a veces en relación con una supuesta oposición radical al protestantismo que para algunos era fanática, pero que otros niegan razonadamente); Felipe fue muy trabajador y muy estudioso, inteligente y muy culto, con buena formación, la cortesanía de sus maneras y un aire de intelectualidad aristocrática y nobleza. Fue muy aficionado a los libros (creó una de las bibliotecas personales más grande y rica, en la que inclusive habían libros prohibidos, inclusive las obras de Erasmo de Rotterdam). Fue aficionado también a la arquitectura y al coleccionismo de obras de arte: pintura, relojes, armas, curiosidades, rarezas. Gran aficionado a la caza y a la pesca. De salud delicada se interesó por ese conocimiento y por la farmacología, padeció muchas enfermedades y al final de su vida la gota lo tuvo prostrado.

Felipe II para consolidar su imperio utilizó el matrimonio pues se casó cuatro veces, porque quedó viudo repetidamente. La primera vez se casó con [María Manuela de Portugal](#) en 1543, llegando a ser rey de Portugal, con ella tuvo un hijo, varón, Carlos, éste tenía problemas, era enfermizo, además conspiró contra su padre y éste lo encerró en sus aposentos, donde murió. La madre había fallecido a su nacimiento y así volvió a casarse, ahora con [María I Tudor](#), reina de Inglaterra, con lo que fue también rey de Inglaterra e Irlanda, en 1554, pero no tuvieron hijos, no nació ningún varón, posible heredero. A su muerte se casó con [Isabel de Valois](#) (1559) princesa de Francia, estableciendo la paz entre Francia y España por medio de un tratado; con ella tuvo cinco hijas. Después de quedarse nuevamente viudo y sin descendencia masculina se casó con [Ana de Austria](#) (1570), hija de su primo, el emperador Maximiliano II, con quien tuvo cuatro hijos, de los cuales solo uno llegó a la mayoría de edad Felipe, que fue su heredero como Felipe III.

En los aspectos administrativos Felipe II fue un rey autoritario que continuó utilizando las instituciones heredadas de su padre Carlos I, con la misma estructura del imperio y autonomía de los componentes. Actuó como un rey nacional, no tanto como un emperador, como hizo su padre. Su vida se desarrolló en Castilla, en Madrid, población que designó como capital, a donde trasladó su corte en 1559; casi nunca salió de España.

Felipe II convirtió a España en el primer Reino Moderno. Su administración se realizó por medio de Consejos, (el Consejo de Estado⁶⁹ fue el más importante y habían seis Consejos regionales con funciones legislativas, judiciales y ejecutivas), Consejeros, Secretarios y Oficiales. En las Indias gobernó por medio de Virreinos y Capitanías Generales. Creó una burocracia integrada por personas con estudios universitarios, principalmente de Salamanca y Alcalá. La nobleza también tuvo puestos administrativos, pero mucho menos. En 1566 introdujo una reforma monetaria y en 1567 reforzó el archivo nacional uniendo la información de Castilla, Aragón e Italia. Se comunicaba diariamente con sus embajadores, virreyes y oficiales de todo el imperio para estar al tanto de lo que iba ocurriendo. Esto lo hacía por medio de mensajeros, pero funcionaba muy eficientemente, en tres días llegaban las comunicaciones en la península y en ocho a las de otros países de Europa. El comercio con las Indias que representaba una parte muy importante de los ingresos del reinado estuvo fuertemente controlado, primero había un solo puerto para manejarlo, Sevilla, que se convirtió en la ciudad de Europa con el mayor tráfico mercantil, después se abrió también Cádiz. Se manejaba como un monopolio y a pesar de los intentos de los demás países europeos esta condición duró dos siglos.

Con el miedo a la organización de grupos protestantes en España que pudiesen desestabilizar el país, como ya se estaba evidenciando, en 1567 ordenó al presidente de la Chancillería de Granada la emisión de un edicto (la Pragmática) limitando las libertades religiosas, lingüísticas y culturales de los moriscos y tuvo que enfrentar una rebelión en las Alpujarras (1568-1571), que Juan de Austria redujo militarmente. También tuvo una crisis en Aragón (1590-1591) que nuevamente redujo utilizando la fuerza.

Su gobierno tuvo que enfrentar guerras y otro tipo de situaciones y conflictos armados. Guerras contra Francia, Países Bajos, Inglaterra, Imperio Turco, Guerras religiosas, guerras para ocupar los territorios italianos, confrontaciones para perseguir y defender a los barcos comerciales atacados por piratas y corsarios.

Para desarrollar las capacidades bélicas marítimas creó la «[Grande y Felicísima Armada](#)» más conocida como «la Armada Invencible» y para el combate en tierra [los tercios](#), que había ya creado Carlos I. Los tercios eran las mejores unidades militares de la época, decisivos en sus victorias frente a franceses, ingleses y holandeses. Tuvo los mejores generales y se introdujeron muchas innovaciones militares, inclusive la mejor red de espionaje de la época.

Carlos I nació en los Países Bajos y fue Emperador del Sacro Imperio Romano Germánico e inclusive tuvo problemas en España porque cuando llegó estaba apoyado por gente de allá. Felipe II, al revés, en Flandes era visto como un extranjero. España tenía interés económico porque Amberes era un puerto estratégico en el comercio, especialmente de la lana, que era procesada en los Países Bajos porque allí la mano de obra era más barata y después se exportaban a España los tejidos procesados allí. Pero también Amberes era una base de operaciones para la Armada española. Otro problema de Felipe II con los Países Bajos tiene que ver con el choque religioso ya que quería imponer los acuerdos del Concilio de Trento y eso generó guerras, unas ganadas y otras perdidas. Antes de morir Felipe II éste le pasó a su hija [Isabel Clara Eugenia](#), casada con [Alberto de Austria](#), la posesión de las diecisiete provincias de los Países Bajos.

⁶⁹ El Consejo de Estado fue creado por Carlos I, quien necesitaba tener cerca un cuerpo consultivo donde se encontrara. Este Consejo se ocupaba de política exterior, de las embajadas y otras labores más administrativas. Todos los demás Consejos, empezando por el Consejo Real dependían de éste.

Las guerras con Inglaterra tenían que ver también con motivos religiosos y porque apoyaban a los rebeldes protestantes franceses y flamencos, pero también porque los corsarios ingleses asaltaban y robaban a los barcos que llevaban los productos extraídos de las Indias hacia España, aunque ciertos estudios señalan que en volumen no fueron tan grandes esos asaltos.

Una alianza entre el [Papa Sixto V](#) y Felipe II en contra de la reina Isabel de Inglaterra, que había denegado la propuesta matrimonial de Felipe II lanzó una batalla naval con la Armada española, con la famosa Armada Invencible pero esta batalla se perdió y eso significó un estímulo para un mayor número de ataques a los puertos españoles y a la colonización inglesa de Norteamérica.

Las guerras con [el Imperio Otomano](#) se dieron para tratar de impedir los avances de los turcos en sus conquistas por el Mediterráneo. Al atacar estos a Venecia esta ciudad pidió apoyo a las potencias cristianas y el Papa finalmente convenció a España para formar una alianza [La Liga Santa](#), formando una armada que derrotó a los turcos en la [batalla de Lepanto](#) (1571). Después los turcos siguieron equipando a su armada.

Reconquistaron las plazas de Túnez y la Goleta, que había conquistado Juan de Austria, por medio de una gran armada dirigida por [Selim II](#), hijo de [Suleiman el Magnífico](#). Estas guerras se suspendieron porque ambas partes tuvieron otras prioridades a las que prestar atención.

A pesar de que España fue el país más rico de Europa los ingresos que venían de las Indias se usaban para pagar las deudas, para financiar las guerras contra los protestantes en el centro y norte de Europa. Muchas veces el oro y la plata eran enviados directamente a los financistas, sin pasar por España. Eso desencadenó un proceso inflacionario que fue destruyendo la economía española.

Para comprender mejor el funcionamiento de la economía en la época de Felipe II recurriré a lo planteado por Vilorio (2009). Él establece que en esa época hubo una transformación en el funcionamiento de los estados y del manejo económico, prevaleciendo [el mercantilismo](#). Considera que éste sin ser un modelo económico fue una fase del acontecer económico en el cual el comercio de mercancías y de metales preciosos acompañó el surgimiento de los estados nacionales. Con el mercantilismo se fue sustituyendo el inmenso poder de la Iglesia Católica y fueron adquiriendo existencia entidades, políticas autónomas e independientes, por primera vez soberanas, en las que la economía de los estados nacionales subordinaron los intereses individuales a los de la colectividad. Los metales preciosos (oro y plata especialmente) se constituyeron en la base de sustentación de la economía mercantilista, a la que se añadieron otros factores, entre los cuales se mencionan el desarrollo de la industria y la necesidad de lograr una balanza de pagos favorable, positiva, en la que los ingresos sean mayores que los egresos.

En los reinados de los Reyes Católicos, de Carlos I y de Felipe II lo que existió realmente fue un capitalismo de Estado, sustentado en un mercantilismo. El estado tenía control monopólico y muy proteccionista, cobrando además un alto impuesto (el quinto real: 20%) y teniendo muchos otros medios fiscales. Para manejar el comercio hacia y proveniente de América se había creado la [Casa de la Contratación](#), que cumplió funciones diversas de organización, logística y control de importaciones y exportaciones, formación de personal, llevar los sistemas de información, así como la protección de las rutas comerciales. Inclusive acompañaban los envíos comerciales con convoyes armados, que llegaban a todas partes del mundo, inclusive hacia las Islas Filipinas, con el llamado [Galeón de Manila](#) que iba desde Acapulco (México) hasta Manila (Las Filipinas)

Los metales preciosos eran considerados como el signo de riqueza de los estados y España encontró en América una gran riqueza de oro y de plata, cuya metalurgia era ya conocida por los indígenas, quienes usaban extensamente el oro como joyas y elementos de decoración. Con Felipe II la plata tuvo más volumen y éxito, multiplicando varias veces el peso de las importaciones de oro (Viloria 2009, 51-52), por el descubrimiento de importantes minas y por el mejoramiento del proceso de obtención de la plata por medio de la amalgamación con mercurio, a veces obtenido allende y otras importado desde España.

Felipe II había heredado una gran deuda de su padre por las mismas razones, y dejó a su sucesor una deuda cinco veces más grande. Los ingresos aumentaron por las cargas fiscales que se impusieron a Castilla y por las importaciones provenientes de América, que representaban entre un 10 a un 20% del total de la riqueza de la Corona. Al interrumpirse la exportación de lana a través de los Países Bajos debido a los diferentes conflictos, la carga fiscal a los productores y consumidores de Castilla fue excesiva así como la reducción de sus ventas, generando presiones que no pudieron satisfacerse, con lo que se arruinaron las ciudades castellanas, fulminando el inicio de una cierta industrialización. Al final del imperio España vivía en la pobreza. La bancarrota, las dificultades económicas y los problemas fiscales fueron las principales características del Reinado⁷⁰.

Para entender el sentido de las guerras religiosas y sus efectos en la economía española es necesario conocer y comprender la relación de Felipe II con la [Reforma Protestante](#) y con el [Concilio de Trento](#). En este trabajo no podemos entrar en detalles de un hecho que transformó al mundo y cuyas consecuencias todavía están vigentes. Trataré de resumir algunos de los planteamientos principales por la importancia que tuvieron en el funcionamiento del reino de España, en todo el siglo, con Carlos I y con Felipe II.

[Martín Lutero](#) (1483-1546) fue un teólogo, filósofo y fraile católico agustino que en sus estudios y trabajos prácticos fue reflexionando, dudando y cuestionando algunos aspectos que se consideraban verdades centrales, dogmas, del cristianismo aceptado, que se enseñaba en las Escrituras. En sus escritos fue haciendo planteamientos que ponían en duda la justificación por la fe, las diferencias entre la Ley de Moisés y los Evangelios, sus creencias acerca de que la interpretación es esencial para estudiar las Escrituras, etc. Lutero indicaba que debido a la falta de claridad a este respecto se habían fomentado muchos errores teológicos. Uno de los aspectos más destacados, que causó más oposición de los miembros de la Iglesia fue que como predicador se dio cuenta de que se ofrecían indulgencias para obtener perdón ante faltas o pecados a cambio de una remuneración en dinero sin que la persona cumpliera lo que establecía el sacramento de la confesión, arrepentimiento y propósito de la enmienda. Para él esto significaba más que un abuso de poder, una mentira, que beneficiaba económicamente a la Iglesia, a veces en grandes cantidades. Las críticas de Lutero se fueron acumulando y en 1517 publicó en latín las «[95 tesis](#)» condenando la avaricia y el paganismo de la Iglesia como un abuso, invitando a las autoridades de la Iglesia a que se debatieran sus planteamientos.

Las 95 tesis fueron traducidas e impresas y divulgadas rápidamente por toda Alemania y resto de países de Europa. Se realizaron intercambios y discusiones durante varios años sin que Lutero cambiara de posición, hasta que en un momento Lutero llegó a desconocer la autoridad del Papa, lo que llevó al Papa León X en 1521 a excomulgar a Lutero. El rey Carlos V convocó una [Dieta de Worms](#), (dieta: asamblea política y legislativa) en la ciudad de este nombre, invitando a Lutero y garantizándole seguridad,

⁷⁰ <https://www.cervantesvirtual.com/bib/historia/monarquia/felipe2.shtml>

intentaba que Lutero cambiase de posición, que se retractara, sin lograrlo. Lutero se escapó y por eso Carlos V aprobó un edicto ([el Edicto de Worms](#)) declarándolo prófugo y hereje y prohibiendo la difusión de sus obras. La difusión de las confrontaciones entre Lutero y el Papa llevó a que los campesinos se sublevaran contra las clases dominantes, esperando el apoyo de Lutero, que no se dio porque éste no quiso perder el apoyo que tenía de gran parte de la nobleza. Eso significó que la sublevación se convirtió en [la Guerra de los Campesinos](#) (1524-1525), que fue reprimida fuertemente causando entre 100.000 y 130.000 muertos.

Carlos V convocó una [Dieta en la ciudad de Espira en 1526](#), en la que se aprobó que cada príncipe pudiera escoger la religión que había de ser obligatoria para sus súbditos, lo que favoreció la propagación del luteranismo. Nuevamente convocó una [Dieta en Espira en 1529](#) tratando de convencer a los nobles convertidos al luteranismo para que se sometieran a la autoridad del Papa, pero estos se negaron, revirtiendo la concesión que se había hecho en 1526 y poniendo en vigor de nuevo el Edicto de Worms, que condenó a Lutero como prófugo y hereje. Los príncipes que apoyaban las prácticas luteranas protestaron y de ahí quedó el nombre de protestantes a los luteranos. En 1530, Carlos V convocó otra Dieta en Augsburgo tratando de lograr acuerdos entre protestantes y católicos, pero inútilmente de nuevo.

A partir de 1545 comenzó [la Contrarreforma](#), impulsada por los jesuitas. Alemania estaba dividida en dos zonas, una protestante y otra católica y entre ellas comenzó la guerra, que tuvo que resolver Carlos V, como emperador, venciendo a una alianza de príncipes protestantes en 1547, pero lo que consiguió fue unir a los príncipes en su contra rebelándose después y llevándole a firmar la paz de Augsburgo en 1555, admitiendo que cada príncipe profesara la religión que quisiera. Carlos V venía presionando a los Papas para que convocaran un Concilio para unificar a la Iglesia, pero no fue hasta 1545 cuando se convocó al [Concilio de Trento](#), cuyas sesiones duraron 17 años. Cuando terminó en 1563 ya Carlos V había fallecido quedando Felipe II encargado de la puesta en práctica de las resoluciones aprobadas en el Concilio. Veamos brevemente en que consistió el Concilio de Trento (1545-1563). Como respuesta a la Reforma Protestante y su expansión, considerada ésta como una herejía por la Santa Sede, se convocó este Concilio para aclarar puntos doctrinales, definir la doctrina católica y disciplinar a sus miembros. Los detalles se pueden consultar en la referencia que se da, pero para informar se citan algunos de sus acuerdos. El Concilio de Trento definió la doctrina de la Iglesia sobre: La Sagrada Escritura, el papel de la Tradición, los Sacramentos, el celibato y la prohibición de casamiento de los sacerdotes, la afirmación de la supremacía de la autoridad papal, la fundación de seminarios, la delimitación de los campos de aplicación de los teólogos. Definió también normas dogmáticas, litúrgicas y éticas, en especial las rechazadas por los protestantes: presencia de Cristo en la Eucaristía, justificación por la fe y por las obras, conservación de los siete sacramentos, las indulgencias, la veneración de la Virgen María y de los Santos. Se intentó precisar definiciones claras de los elementos criticados por el protestantismo para uniformizar criterios, formas de conducta y enseñanza, en todos los ámbitos en que la religión católica estaba establecida como principal religión. Además de estas definiciones se reinstauró también la práctica del [Tribunal de la Santa Inquisición](#), que había surgido en el siglo XIII y se había establecido en España en 1478, como método para controlar el seguimiento de estos acuerdos y castigar a quienes se manifestasen en contra⁷¹.

⁷¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Concilio_de_Trento

Las guerras religiosas comenzadas con Carlos V como Emperador de Alemania se suman a las que Felipe II tuvo con los reyes de Francia, Inglaterra, Países Bajos y los turcos. Los gastos para las guerras se sumaban a los gastos para mantener la expansión por el nuevo mundo, produciendo consecuencias económicas muy negativas para España.

Kamen (1998) plantea que el rey Felipe II era conservador y apoyó apasionadamente las reformas propuestas en el Concilio de Trento y aunque tuvo diferencias con el Papa siempre logró negociar acuerdos, como fue la organización de la Liga Santa para combatir a los turcos en sus avances por el Mediterráneo. Muchas veces se le ha achacado a Felipe II un comportamiento radical lleno de odio contra los turcos y contra los protestantes, pero tanto Kamen (1998) como otros autores indican que no fue así, aunque sí actuó fuertemente en defensa de la religión católica.

Felipe II fue educado en principios humanistas y fue más partidario de encontrar un término medio entre católicos y protestantes para establecer la paz. Elogió la restauración del Concilio de Trento e intentó adoptar en sus territorios algunas decisiones que no le convencieron del Concilio. Eso le trajo diferencias con el Papa, pero en España se había acordado con la Santa Sede el «[Patronato Real](#)» que le permitía nombrar personalmente a obispos y abades en sus posesiones, manteniendo Felipe esa supremacía en los Países Bajos y en las Indias⁷².

Kamen (1998) critica la opinión muy extendida de que Felipe II detestase a los protestantes. Indica en su artículo que en varias oportunidades Felipe II aprendió a vivir pacíficamente con ellos durante su visita a Europa (1548-1551) y cita otras oportunidades en las que Felipe II tuvo contacto con personas favorables al protestantismo (inclusive sus dos esposas María I Tudor e Isabel). Al igual que su padre Carlos I los veía como una seria amenaza a la estabilidad política. El descubrimiento de grupos protestantes en España, por miedo a que causaran problemas políticos (como había sucedido en otras latitudes europeas) le llevó a reprimirlos con una política dura. Comenta Kamen (1998) que en otros países europeos se habían ejecutado a más herejes que en España. Ante la eficacia del Santo Oficio de la Inquisición para identificar y tratar el problema Felipe II le dio a éste un apoyo inquebrantable para neutralizar la doctrina subversiva.

Ante la discusión sobre el papel de Felipe II en relación con un posible aislamiento cultural de España, Kamen (1998) señala que Felipe II intentó introducir lo de fuera: la tecnología europea, la música europea, el arte europeo y la imprenta europea. Dice que Felipe II no se propuso aislar a España del resto de las naciones. Aunque se reclama que en 1559 emitió un decreto ordenando a los castellanos que estaban estudiando en universidades de otros países que regresaran, parece que el decreto no se aplicó y que además no cubría a otras regiones (Navarra, Aragón y País Vasco) que tenían a muchos estudiantes estudiando en Francia. Igualmente se le acusa también de haber establecido limitaciones para la importación de libros, pero esta decisión solo se aplicaba a Castilla y León y muchos de los libros que se importaban sin restricciones por Cataluña, después seguían camino hacia Castilla.

10.5. La ciencia y la técnica cuando Felipe II

Puerto (1998) presenta detalles de la relación de Felipe II con la ciencia y la técnica en el siglo XVI, en el cual reinó en la segunda mitad de ese siglo (1527-1598). Al tener que gobernar en un gran imperio se preocupa mucho por tener el control de ese universo, en temas como la minería - por sus beneficios económicos -, pero también en el manejo del

⁷² <https://www.trendefelipeii.com/es/felipe-ii-la-reforma-y-el-concilio-de-trento/>

espacio, del territorio, para lo cual necesitaba conocimiento de la realidad geográfica y política, por lo cual facilitó el desarrollo de la cartografía y el desarrollo de proyectos de arquitectura, ingeniería y jardinería.

[Felipe II](#) (1527-1598), a pesar de ser reconocido por su patrocinio e interés hacia un amplio abanico de actividades técnicas y científicas, en 1559 dictó una política aislacionista y potenció la Inquisición. España, aunque contrataba técnicos y científicos de importante nivel, privilegiaba la guía basada en los conceptos teológicos, mientras que al mismo tiempo en Europa se desarrollaban actividades teórico-prácticas que dieron origen a la revolución científica (Silva 2008).

Felipe II se presenta como un monarca con un amplio conocimiento de la ciencia y de la técnica de su época, aunque también pueden identificarse en su mentalidad rasgos arcaicos. Un aspecto importante de su, digamos, «política científica»⁷³ fue la contratación de científicos y técnicos extranjeros, que llevaron a España algunas de las nuevas tendencias que se iban abriendo paso en Europa, superando los enfoques teocráticos prevalecientes en la Edad Media. Las ideas científicas se transmitieron con agilidad, aunque se permitió la salida de españoles para aprender en el extranjero, ésta estuvo obstaculizada por la actividad represora de la Inquisición.

Otras de las acciones de Felipe II para la conservación y difusión del conocimiento tuvieron que ver con desarrollos institucionales. En 1582 se crea [la Academia de Matemáticas](#), para que «en nuestro reino haya hombres expertos que entiendan bien las matemáticas y las otras ciencias y facultades anejas»- Ésta fue una de las instituciones científicas más importantes establecidas durante su reinado. También hay que destacar la creación de [la Biblioteca](#) y [la Real Botica](#) con sus destiladores, en el Escorial (1594). En la Biblioteca se acumularon libros provenientes de Europa, con las nuevas ideas del conocimiento europeo. La Botica sirvió para la producción de medicamentos y el cultivo y uso de especies medicinales. Otras instituciones que facilitaron la transmisión de la ciencia fueron [la Casa de la contratación en Sevilla](#) y el [Consejo de Indias en Sevilla](#), por medio de las cuales entraron en España nuevas ideas científicas.

Ante los grandes gastos de su antecesor y de él mismo para atender las guerras, Felipe II tuvo gran interés por el oro y la plata. Una parte de ellos provenía del Nuevo Mundo y de ahí surgió la utilización de la amalgamación con mercurio con la finalidad de disminuir costos, para cuya producción se aprovechaban las minas de Almadén y las encontradas en el Nuevo Mundo. El origen artesanal de este avance no fue considerado en aquel momento y por mucho tiempo como un avance científico. El interés por el oro y para preparar medicamentos, licores y perfumes llevó a Felipe II a vincularse con los alquimistas europeos, de distintas nacionalidades, y españoles, impulsando estas actividades pese a los criterios contrarios de la Iglesia y la actividad represora de la Inquisición.

La mala salud de Felipe II, durante toda su vida, le llevó a organizar un entramado sanitario ejemplar y a ocuparse de la terapéutica. Aunque Felipe II mantuvo atención en los temas geográficos y cartográficos e impulsó grandes proyectos, no se pueden citar hitos importantes desde el punto de vista científico. Los grandes proyectos se olvidaron

⁷³ Para facilitar la comunicación se usará frecuentemente el término científico, aunque éste no se puede aplicar a los estudios y actividades que tenían lugar antes del siglo XVII, cuando comenzó la revolución científica, con la experimentación, el desarrollo del método científico y el uso de la razón personal para la interpretación y justificación de los hechos y de los nuevos conocimientos. La técnica y la ingeniería sí se utilizaban y se designaban con esos nombres. Habían estudiosos que se preocupaban por identificar, interpretar y comprender las nuevas realidades en distintos ámbitos. A esos les llamaremos científicos.

o se archivaron y no tuvieron influencia en los avances de la ciencia ni en la conducción del reino.

En esos tiempos en España existieron importantes científicos en todas las áreas importantes en aquella época. Se citarán algunos de los nombres señalados por Vera (1937):

- Matemáticos: [Pedro Sánchez Ciruelo](#) y [Juan Pérez de Moya](#)
- Cosmógrafos: [Alonso de Santa Cruz](#), [Andrés de Li](#), [Diego de Zúñiga](#).
- Geografía: [Juan de la Cosa](#), [Fernando de Córdoba](#)
- Filosofía: [Juan Luis Vives](#)
- Teología: [Francisco Suárez](#)
- Jurisprudencia: [Francisco de Vitoria](#)
- Naturalista: [Nicolás Monardes](#)
- Historiador: [Florián de Ocampo](#)

Destaca también Vera (1935) algunos de los aportes de los científicos españoles de esa época.

- [José de Acosta](#) creó la moderna física del globo terráqueo.
- [Felipe Guillén](#) inventó la brújula de variación.
- Cedillo corrigió la carta de marcar.
- [Miguel Servet](#) descubrió la doble circulación de la sangre.
- Diego Rivero inventó la bomba para achicar agua de los buques.
- [Pedro Esquivel](#) aplicó la triangulación a la geodesia.
- [Juan Sebastián Elcano](#) le dio la vuelta al mundo.
- [Jerónimo Muñoz](#) demostró los errores de Tartaglia en el cálculo de las trayectorias.
- [Diego de Zúñiga](#) defendió el sistema copernicano 31 años antes de que P. Foscarini detentara esa gloria.
- [Francisco Hernández](#) dio nuevas normas para las clasificaciones botánicas.
- [Andrés de Urdaneta](#) estudió científicamente los ciclones.
- [Blasco de Garay](#) hizo progresar la mecánica.

Otros españoles enseñaron en el extranjero y no son citados:

- En Francia: En París [Gaspar Lax](#) y [Fernán Pérez de Oliva](#), matemáticas en la Sorbona.
- En Tolosa, [Luis de Lucena](#) en Leyes.
- En Inglaterra: en Oxford estuvo Pérez de Soto enseñando Teología.
- En Bélgica: en Lovaina [Antonio Pérez](#), Jurisprudencia.
- Otros también en Italia, en Padua y Bolonia.

Estos casos son poco reconocidos internacionalmente e inclusive en España, aunque algunos españoles como Francisco Mateu, de Hernández, de Ayora Fray Pablo de Granada y otros supieron ver que el extranjero envolvía a España en un conjunto de calumnias, pero los reyes no salieron al paso de esos prejuicios políticos y religiosos. (Vera, 1935)

Finalmente debe destacarse el interés que Felipe II tuvo por la alquimia y por la magia, la cual tuvo una gran aceptación y difusión en la cultura española de fin de siglo.

10.6.Las artes con Felipe II

Aunque el reinado de Felipe II coincidió con la etapa histórica del [Renacimiento](#), algunos dicen que en España hubo un [Renacimiento Español](#), en el que no hubo cambios tan profundos como en otras regiones europeas, quizás porque la Iglesia Católica mantuvo una fuerte influencia. Sin embargo en esta época España tuvo un gran

desarrollo cultural. Tal como plantea Pepe Frey en la Introducción a la publicación realizada por la [Fundación March](#) en un ciclo de conciertos sobre la música en la época de Felipe II «En la historia hay pocas figuras tan deformadas como la de Felipe II. Para unos, un rey de leyenda, ciertamente, pero negra. Para otros, el Prudente, prototipo de monarca cristiano o mejor, católico, adornado con todas las virtudes» (Fundación Juan March 1998: 17), pero tal como dice este escritor «Durante su reinado los reinos de España conocerán uno de los mejores momentos musicales de la historia» (Fundación Juan March 1998:19).

Montenegro y Soto (1927) plantea también esa dicotomía en cuanto al reconocimiento de características positivas en las acciones y [personalidad de Felipe II](#). Las atribuye a mentiras propaladas por los enemigos de la hegemonía española, que nunca fueron comprobadas y que ahora pueden ser documentalmente desmentidas. Este autor reconoce el amor y afición de Felipe II a las Bellas Artes en todas sus manifestaciones plásticas, «de donde se deriva su persistente y poderoso mecenazgo... que supo marcar el asombroso florecimiento de su época». Sus esfuerzos para fomentar y difundir el arte acompañaron sus tareas de gobierno y sus preocupaciones políticas. Su formación cuidadosa y rica desde niño y sus viajes de joven por Italia, Flandes y Alemania le permitieron conocer sus costumbres y familiarizarse con la geografía e historia de esos pueblos, admirar, reunir y llevarse a España importantes obras de arte iniciando así su propia y maravillosa colección. En el Monasterio del Escorial reunió lo más acabado de la pintura universal de esa época, convirtiéndolo en un magnífico e inapreciable museo.

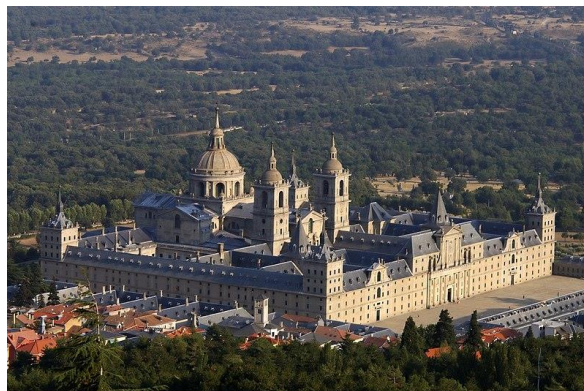


Figura 20. Monasterio del Escorial.

Fuente: Wikipedia

Para Montenegro y Soto (1927) el [Monasterio del Escorial](#) – «un conjunto de riqueza, de hermosura y de arte»- es donde se aprecia como en ninguna de sus otras obras, el genio y el carácter de Felipe II, en el que se pueden comprobar los intereses y los aportes de este rey en las diferentes expresiones artísticas. Felipe II se interesó fuertemente en la arquitectura, intervenía y discutía los diseños y modificaciones, imponía cánones y normas a los técnicos, a los arquitectos [Juan Bautista de Toledo](#) y [Juan de Herrera](#), responsables del diseño y construcción del Escorial. El Monasterio está lleno de esculturas, cuadros, mármoles, bronce, obras maestras de pintura, estatuas, además de la [Real Biblioteca del Escorial](#), que está cubierta de soberbias pinturas al fresco con exuberantes ornamentaciones. Para lograr estos resultados buscó en todos los dominios de su reino pintores, escultores, todo género de artistas, los contrataba y los llevaba a trabajar en España, dándoles como Mecenas magníficas remuneraciones. Con un gran afán de coleccionista, adquirió pinturas de los grandes pintores europeos, flamencos como [Jerónimo Bosch](#) - que según Justi posee El Escorial la colección más

completa y en mejor estado de conservación – [Van der Weyden](#) y otros flamencos; alemanes como [Durero](#) y [Holbein](#); italianos como Leonardo da Vinci, Miguel Ángel, Tiziano, Rafael. Se destaca la amistad personal que tuvo con [Tiziano](#)⁷⁴, así como los intentos de llevarlo a España al igual que a [Veronese](#) y a [Tintoretto](#), sin lograrlo. En Escultura adquirió para El Escorial importantes obras, estatuas en bronce y mármol, monumentos sepulcrales y para completar los innumerables detalles y partes contrató a innumerables artistas menores y artesanos.

Además del Escorial hay otras numerosas construcciones, empezando por el [Real Alcázar de Madrid](#). Su comportamiento como «verdadero Mecenas se comprueba en las numerosísimas obras públicas, privadas y religiosas en España, Portugal, Italia, Flandes, África y América, en cuyos diferentes territorios fundó Universidades y Colegios; creó Academias... edificó iglesias y monasterios... formidables fortificaciones... «a lo que hay que añadir otra variedad de obras civiles, no solo arquitectónicas. Por ejemplo, contrató el primer estudio de estadística nacional (¿censo?), el primer mapa geodésico de España, la descripción de la flora y fauna de las Indias Occidentales, construyó la [Real Biblioteca del Escorial](#), a la que cedió su propia biblioteca y que llenó de libros raros y exquisitos, códices inapreciables, manuscritos de gran valor.

Según Montenegro y Soto (1927) «Supo rodearse de un ambiente de arte y belleza, no solo en pro de sus sentimientos religiosos y en bien de la cultura general». Destaca su «refinada comprensión artística» logrando que «una pléyade numerosísima de artistas» trabajara a su sombra, magníficamente remunerados.

Citar todo lo que Felipe II hizo por el desarrollo de la cultura en su reinado excede las posibilidades, de referencia en este trabajo ya que estas descripciones tratan solamente de encuadrar el ambiente cultural y político en el que se desarrollaron las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología y sus influencias mutuas. Sin embargo no se pueden pasar por alto los logros en algunas de las artes principales.

Felipe II no fue un erudito pero aunque sus conocimientos de latín y griego fueron mediocres sus intereses intelectuales fueron muy amplios, además de la arquitectura, ya mencionada, le interesó la música, la pintura, y también la alquimia, la magia, la medicina y la teología. Fue ávido coleccionista de instrumentos científicos, obras de arte y reliquias. El inicio de su reinado tuvo lugar casi en la mitad del Concilio de Trento, acentuando la imposición de un catolicismo rígidamente dirigido desde arriba. Por lo que la beligerancia ideológica y militar característica del reinado de Felipe II tuvo efectos en la vida intelectual y estética. (Ettinghausen, 1998)

En literatura se destacan muchos autores ascéticos y místicos, de gran fama mundial, casi todos religiosos: [Santa Teresa de Jesús](#) (1515-1582), [San Juan de la Cruz](#) (1542-1591), [Fray Luis de Granada](#) (1504-1588), [San Juan de Ávila](#) (1500-1569), [Fray Juan de los Ángeles](#) (1536-1609). En poesía lírica existieron dos escuelas, la Escuela Salmantina ([Fray Luis de León](#) (1527 o 28-1591)) y la Escuela Sevillana ([Fernando de Herrera](#)). En la poesía épica destacó [Alonso de Ercilla](#), quien escribió [La Araucana](#), que narra la guerra de los españoles contra los indios araucanos en la conquista de Chile y que se la dedicó a Felipe II. Ettinghausen (1998) considera que esa literatura se caracterizó por un intimismo inconformista apasionado y hasta atormentado, sentimiento de rebeldía con

⁷⁴ La relación de Tiziano con Felipe II fue igual de fructífera e intensa que con su padre. A partir de 1552, en que comunicó al entonces príncipe Felipe el envío de un *Paisaje* y la *Santa Margarita con el dragón* comenzó una correspondencia que mantendrían ininterrumpidamente y que se intensificaría con el transcurso de los años. El tema principal de esta correspondencia fue por parte del mecenas real la reclamación de las obras en curso de ejecución y por parte del artista la solicitud de los pagos atrasados. Sin embargo, los pedidos eran abundantes y, aunque Tiziano no pisó la corte de Madrid para retratar al rey, sí le remitió un gran número de obras. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Tiziano>)

los aspectos más reaccionarios de [la Contrarreforma](#), que a veces les hizo chocar con la Inquisición y sus mismas órdenes religiosas. Pero hay que también darse cuenta que los autores más destacados del [Siglo de Oro](#) de la literatura española en el siglo XVII nacieron y comenzaron a escribir en los años de fines de siglo, mientras vivía Felipe II. En teatro destaca [Lope de Rueda](#) (1505-1565), precursor de [Lope de Vega](#) (1582-1635) y [Miguel de Cervantes](#) (1547-1616), también en poesía [Luis de Góngora](#) (1561-1627) y [Francisco de Quevedo](#) (1580-1645), quienes aunque su producción más importante se realizó en el siglo XVII ya comenzaron a publicar terminando el reinado de Felipe II. La actuación de Felipe II basada en la aplicación de las recomendaciones del Concilio de Trento le llevó a prohibir la importación de libros del extranjero en 1558 y la prohibición de estudiar en el extranjero. En 1559 se publicó el Índice, que por primera vez censuró la literatura de obras de ficción. Felipe II hizo público su apoyo incondicional a la Inquisición. A pesar que hay autores que señalan que estas medidas no fueron absolutamente cumplidas sí se evidencia que ocurrieron cambios en el estilo de los libros que se escribieron y que surgieron géneros nuevos como la novela pastoril, la morisca, la bizantina, a costa de otros géneros que habían sido exitosos: la comedia celestinesca, el libro de caballerías, la novela picaresca como [la Vida de Lazarillo de Tormes](#) (Anónimo, 1554). Se publicaron en la época de Felipe II numerosos sermones, discursos morales, adagios y proverbios, historias de España y del Nuevo Mundo. Entre los pintores españoles en la época de Felipe II se destacan [Juan Fernández de Navarrete](#), llamado el Mudo, preferido del rey, que llegó a ser el pintor de cámara de Felipe II y pintó muchos de los frescos de la basílica del Escorial en competencia con otros pintores importantes como [Alonso Sánchez Coello](#) quien después de trabajar como pintor de la familia real portuguesa regresó a España y se convirtió en el retratista de la familia real de Felipe II y de su entorno más cercano en la Corte. También [Luis de Morales](#) pintor que desarrolló su actividad en un relativo aislamiento en Extremadura, pero que su fama hizo que Felipe II fuera a conocerlo en 1580 cuando pasó por Badajoz. Por último, aunque hay muchos más artistas, [el Greco \(Doménikos Theotokópoulos\)](#) (1541-1614), pintor de fama mundial hoy día, no nació en España pero ahí murió y dedicó parte importante de su vida como pintor. Nació en Creta y ahí comenzó a pintar, después pasó por Venecia y Roma, donde tuvo contacto con las escuelas de los grandes maestros, Tiziano y Miguel Ángel, cuya influencia puede apreciarse en sus cuadros, aunque desarrolló un estilo muy personal. Llegó a España en 1576 porque tuvo que abandonar Roma. Por medio de algunos contactos atendió la búsqueda que Felipe II estaba haciendo para conseguir artistas para la terminación del Monasterio del Escorial. Pasó por Madrid y se residió en Toledo, comenzando su producción que fue bien recibida localmente. Él buscaba que Felipe II le contratase y logró que éste le encargara dos obras, que al ser entregadas no fueron bien recibidas por el rey, a quien no le complació ni el estilo ni el colorido de esas obras, por lo que el monarca no le contrató más trabajos. El Greco sin embargo consiguió el apoyo de mecenas locales en Toledo, donde produjo algunas de sus obras más famosas y diversos retablos en su taller. Prácticamente la pintura contratada por Felipe II siguió motivos religiosos en los que se resaltaban las principales devociones católicas, según se había establecido en el Concilio de Trento.

La relación de Felipe II con la música, según expresa Pepe Rey en Fundación March (1998), debe comenzar considerando el entorno musical cuando nació Felipe II, que significó un gran avance musical, el desarrollo de la música polifónica, originada sobre todo por el músico flamenco-francés [Josquin des Prés](#) (1450-1521). En el ambiente del reinado de Carlos I hubo importantes músicos españoles que adoptaron los nuevos estilos, tanto para la música religiosa como para la música profana. Se destacaron [Pedro](#)

[de Pastrana](#) (1495-1563), [Mateo Flecha –el viejo](#) – (1481-1553) y más adelante su hijo del mismo nombre, [Cristóbal de Morales](#) (1500-1553), [Francisco Guerrero](#) (1528-1599). Las obras de todos estos compositores se difundieron y apreciaron por Europa y en las grandes catedrales americanas. La madre de Felipe II que tenía entre los músicos a su servicio a un joven tañedor de tecla y organista en su capilla, ciego, con grandes destrezas musicales y en sus dedos, [Antonio de Cabezón](#) (1500-1553), le encargó que deleitase a su hijo, el joven príncipe Felipe, a quien servirá durante 40 años y le acompañó durante sus viajes cuando era príncipe.

Los distintos autores valoran de distinta manera la actuación de Felipe II respecto a la música porque por una parte tuvo un interés personal por apreciarla, aunque nunca llegó a desarrollar capacidades importantes instrumentales (aprendió un poco a tocar vihuela, pero sin destrezas importantes, y solo tuvo habilidades básicas, vocales o para la danza) y por otra prestó mucha atención a su organización y desarrollo en beneficio de la imagen de su reino. Según Villa (2019) Felipe II quería que la corte española fuera musicalmente superior a la flamenca.

Al igual que para otras disciplinas artísticas, el Monasterio del Escorial fue un sitio en el que se puso en evidencia su enfoque sobre el desarrollo y uso de la música en su gobierno. Los jerónimos fueron la orden eclesiástica encargada del Monasterio del Escorial y entre sus reglas estaba el canto, pero tenía que enfrentarse a la ortodoxia tridentina que no aceptaba la música polifónica. Emitió reglas detalladas sobre el uso de la música en el Monasterio indicando que no se utilizara el «canto de órgano» – término que se refería al canto polifónico – pero parece que los jerónimos lo utilizaban regularmente, con asistencia a veces del mismo rey. Parece entonces que fue más bien una actitud política para hacer ver el cumplimiento de las disposiciones tridentinas, pero que en la práctica no parece haber apoyado efectivamente. Robledo (1998) destaca la importancia que le dio en su reinado. Hizo que importantes músicos le dedicaran sus obras. Pero la política musical durante su reinado estuvo limitada por la liturgia, los decretos tridentinos y las tradiciones jerónimas

Desde que era niño Felipe II su madre se encargó de que tuviera una formación musical y su propia capilla de músicos, pero Felipe II no tuvo una especial predilección por la música, la apreciaba y su aportación más decisiva fue en aspectos organizativos, estableciendo normas para la actividad musical en la Capilla Real y en el Monasterio. Prestó atención especialmente a la contratación de músicos para la Capilla Real, especialmente flamencos. No era ajeno al placer que le producía la música y tenía una actitud positiva acerca de los villancicos en lengua vulgar, aunque prohibió que tuvieran características no aceptables según las normas tridentinas o que afectaban a la decencia, pero que parece que nunca se aplicaron. A pesar de todas las limitaciones religiosas, en su Capilla Real se interpretaron de manera sistemática obras polifónicas en latín y en lengua vulgar. (Robledo 1998) destaca que la norma tiene siempre que «vertebrar un conjunto de fuerzas heterogéneas que en diferentes direcciones configuran las variadas caras del poder» y que en ese sentido la actividad musical tenía por una parte que atender al fortalecimiento del reinado y por otra a la satisfacción de sus gustos y preferencias personales, por eso el interés de Felipe II por la música, sin excluir el interés personal por disfrutarla fue principalmente institucional, ejerciendo un sabio patrocinio. [△](#)

Capítulo 11. España en el siglo XVII

11. Situación político-económica de España en el siglo XVII

La España del siglo XVII fue el ocaso del imperio español en Europa. El siglo XVII fue testigo de la aparición y consolidación de un nuevo orden internacional en Europa. Las guerras fueron una constante⁷⁵.

En Europa este siglo fue violento, tal como en el siglo anterior. Estuvo marcado por guerras religiosas y políticas en numerosas zonas. Además fue un período caracterizado por el auge de la [monarquía absoluta](#)⁷⁶ y la intolerancia religiosa. Los súbditos estaban obligados a profesar la misma religión que su rey y el que no lo hiciera era castigado. La sociedad era estamental⁷⁷ y como veremos hubo un gran estancamiento económico.

Entre las guerras se puede citar la [guerra de los 30 años](#) (1618-1648), que aunque fue una guerra religiosa contra la Reforma fue también por la hegemonía, sobre todo entre España y Francia, que después continuó entre estos dos países, la [guerra franco-española](#) (1635-1659), quedando derrotada España y convirtiéndose Francia en la primera potencia europea. Inglaterra también estuvo en guerra, un período de guerras denominado [La Revolución Inglesa](#) (1642-1688), incluyendo la llamada guerra civil inglesa (1642-1649) en la que el rey Carlos I fue decapitado y la guerra terminó asumiendo Oliverio Cromwell como dictador (1653-1658). Más adelante la [Revolución Gloriosa inglesa](#) (1688-1689) en la que se puso fin a la dinastía de los Estuardo e Inglaterra adoptó como forma de gobierno la monarquía parlamentaria.

Francia, como potencia, tuvo una monarquía absoluta, pero también movimientos insurreccionales en el período (1648-1653) llamados [La Fronda](#), triunfando ahí la monarquía, al derrotar a los nobles sublevados.

Por otra parte en Rusia se instala la [dinastía Romanov](#) (1613-1917), quizás la más longeva en todo el continente europeo.

En Europa hubo crisis económica. Se trató de una etapa de estancamiento caracterizada por problemas demográficos: epidemias y pestes numerosas que condujeron a hambrunas y carestía de la vida, revueltas urbanas y rurales.

Particularmente en España, el siglo XVII fue un siglo de crisis económica, demográfica y social, que muchos autores denominan «[crisis del siglo XVII](#)». Durante el siglo XVII en América hubo una expansión de las potencias europeas que se apropiaron de territorios americanos, algunos de los cuales habían sido colonizados por España. La dominación que ejercían España y Portugal comenzó a ser cuestionada por la irrupción de nuevas potencias coloniales (Inglaterra, Francia y [las Provincias Unidas](#) – Holanda, los países Bajos -), quienes comienzan a controlar gran parte del comercio internacional y penetran los mercados español y portugués en las colonias, con sus productos.

El reinado de [Felipe III](#) (1598-1621) fue un reinado pacífico. Agotada España y sus enemigos tras las continuas guerras del siglo anterior, se paralizaron los conflictos con Francia, Inglaterra y los rebeldes holandeses, con los que se firmó la Tregua de los Doce Años. Con [Felipe IV](#) (1621-1665) y su valido, el Conde-Duque de Olivares, España

⁷⁵ <https://enciclopedia dehistoria.com/siglo-xvii/> y <http://www.historiasiglo20.org/HE/7.htm>

⁷⁶ La monarquía absoluta fue la forma predominante en el continente europeo. Se caracterizó por la concentración de todos los poderes del Estado en manos de un rey o monarca.

⁷⁷ Una sociedad estamental estaba legalmente dividida en privilegiados y no privilegiados. El lugar que ocupaba cada persona en estos dos grandes grupos lo determinaba su nacimiento. Entre los privilegiados estaban el rey, los nobles y el clero. Los no privilegiados eran los burgueses, artesanos y campesinos.

volvió a implicarse en los grandes conflictos europeos. La débil monarquía de Carlos II (1665-1700) fue incapaz de frenar al expansionismo francés de Luis XIV, España cedió diversos territorios europeos. Su muerte sin descendencia provocó la Guerra de Sucesión (1701-1713) al trono español, en la que al conflicto interno se superpondrá un conflicto europeo general. La Paz de Utrecht en 1713 significó el fin del imperio español en Europa.

En España hubo una importante disminución de la población, debido a un aumento de la tasa de mortalidad por las guerras, la expulsión de los moriscos, el aumento de una clase improductiva, el clero y una nobleza que buscaba privilegios. La economía declinó. La agricultura tuvo una decadencia importante, así como la ganadería, por la disminución de la exportación de lana y la incapacidad de la industria para competir con la industria extranjera. El campesinado, que era la fuerza productiva más importante, se empobreció. La burguesía y las clases medias se debilitaron y crecieron los grupos sociales improductivos: la nobleza, el clero, los marginados, mendigos y pícaros. Además, la mentalidad social estaba marcada por el desprecio al trabajo. La sociedad española siguió marcada por los valores aristocráticos y religiosos de tiempos anteriores. Valores típicamente nobiliarios como el «honor» y la «dignidad» fueron reivindicados por todos los grupos sociales. Por ejemplo, se llegaba fácilmente a los duelos por la más pequeña cuestión de honor. Se extendió el rechazo a los trabajos manuales, considerados «viles», es decir, que manchaban el «honor» y la «dignidad» de quien los ejercía. Esta mentalidad reflejaba los privilegios que detentaba la nobleza, grupo que podía acceder a lo que necesitaban y más⁷⁸.

Excepto zonas de ciudades mercantiles, como Cádiz y Barcelona, no se puede hablar de la existencia de una burguesía (mercaderes, fabricantes) con mentalidad empresarial que promoviese el desarrollo económico, tal como estaba ocurriendo en Inglaterra, Holanda, etc. Los que tenían medios económicos, en vez de hacer inversiones productivas en la agricultura, el comercio o la artesanía, querían ser como la nobleza y adquirirían tierras que arrendaban para que otros produjeran.

El enfoque económico predominante fue el mercantilismo, pero éste estaba muy basado en la disponibilidad de metales preciosos y la producción industrial, que en España fueron disminuyendo y no se desarrollaron, respectivamente.

Para España hubo una pérdida del comercio, tanto en el mediterráneo por competencia con Francia, como en el atlántico con Inglaterra y Holanda. El mercado con las Indias también hizo que decayese la economía. Fue ocurriendo una creciente limitación del comercio de metales preciosos por el agotamiento de las minas americanas y los asaltos en las rutas de transporte, lo que condujo a una disminución monetaria y la devaluación de la moneda, llevando a aumentos impositivos que debilitaron la economía que producía.

En el sur de Europa, la producción artesanal siguió controlada por los gremios, lo que dificultó las innovaciones tecnológicas. En Inglaterra y los Países Bajos se extendió, en cambio, el sistema de producción domiciliario, en el cual un comerciante entregaba materias primas a los campesinos para que elaboraran textiles baratos y competitivos en sus hogares.

Desde el punto de vista de la organización del Estado en España y en otros países europeos aparece la figura de los validos, (por ejemplo en Francia el conocido Cardenal Richelieu). Estos personajes eran miembros de la aristocracia en los que el rey depositaba su total confianza, los validos tomaban las principales decisiones de gobierno, gobernaban muchas veces al margen del sistema institucional de la

⁷⁸ <http://www.historiasiglo20.org/HE/7e.htm>

monarquía, al margen de los Consejos, creando Juntas de sus propios partidarios. Este sistema acentuó la corrupción y creó críticas y enfrentamientos de los validos con los letrados y otros miembros de la aristocracia. Se extendió también la venta de cargos para obtener dinero rápidamente.

La política de centralización establecida en la época de los Reyes Católicos, muy centrada en Castilla, fue mantenida por los Austrias y en el gobierno de Felipe IV, al exigir éste fondos a los catalanes para financiar la guerra, encontró oposición de estos llevando a [la guerra de Cataluña](#), que fue ganada por el rey. Esta situación alentó a otras regiones a la rebelión, que en el caso de Portugal llevó a su separación de España en 1668. Para dominar otros levantamientos Felipe IV recurrió a aprobar fueros especiales a algunos reinos⁷⁹.

En España a este siglo se le conoce como el período de los Austrias menores, porque diferenciándose de los miembros anteriores de esta dinastía, los reyes de este siglo no destacaron por su espíritu laborioso.

11.1.La ciencia en España en el siglo XVII

Desde el punto de vista de los avances del conocimiento científico, el siglo XVII es un siglo clave. En él aparecen importantes pensadores como [Leonardo da Vinci](#), [Tartaglia](#), [Galileo](#), [Paracelso](#), [Erasmus](#), [Copérnico](#) que «rompieron las cadenas que los ataban al pensamiento teocrático» (Vera 1935).

⁷⁹ <http://www.historiasiglo20.org/HE/7.htm>



Figura 21. Grandes pensadores del siglo XVII.

Fuente: Wikipedia

Ya en el siglo XVI [Martín Lutero](#) (1483-1546) en 1517 había publicado las [95 Tesis contra las indulgencias](#), alzándose contra la Iglesia Católica que durante la Edad Media había regido el pensamiento con una interpretación teocrática. Lutero proponía la interpretación de las escrituras por uno mismo.

Por otra parte habían surgido también en el siglo XVI los primeros científicos modernos, que se apartaron de los sistemas filosóficos medievales y de las interpretaciones teológicas para buscar la verdad científica en la experiencia empírica y la interpretación por sí mismos. Mientras tanto España seguía formalmente teorías muy cerradas y promovía [la Contrarreforma](#) y [la Inquisición](#) censuraba e impedía la divulgación de libros que se alejaban de los conceptos religiosos aceptados (Pardo 1991), en Europa durante los siglos XVJ y XVII habían aparecido filósofos y políticos que establecieron las bases de [la revolución científica](#). Esto significó un estancamiento en el desarrollo científico-tecnológico de España que, a pesar de importantes iniciativas y avances, todavía tiene gran peso.

En Inglaterra [William Gilbert](#) (1544-1603) en la ciudad de Colchester (Inglaterra) fundó la ciencia del magnetismo y [Francis Bacon](#) (1561-1626) preconizaba el método experimental, el método científico. Otros estudiosos, bien conocidos hoy día por sus contribuciones a la ciencia, como [Johannes Neper](#) (1550-1617), [William Harvey](#) (1578-1657), [Giordano Bruno](#) (1548-1600), [Tomás Moro](#) (148-1535), [Michel de Montaigne](#) (1533-1592), [Rene Descartes](#) (1596-1650), [Thomas Hobbes](#) (1588-1679), [Robert Boyle](#) (1627-1691), [Evangelista Torricelli](#) (1608-1647), [Isaac Newton](#) (1642-1727), [Nicolás Copérnico](#) (1473-1543), [Tycho Brahe](#) (1546-1601), [Galileo Galilei](#) (1564-1642), [Johannes Kepler](#) (1571-1630), [Christian Huygens](#) (1629-1695), y [Gottfried Leibniz](#) (1646-1716), fueron fundamentales en el arranque de la revolución científica en diferentes campos de la ciencia. Abrían nuevos caminos al conocimiento y su forma de manejarlo. En esta época, en Inglaterra y en Francia se crearon Academias y Sociedades de Ciencias en las que se daban a conocer los progresos de la cultura, se encauzaban las discusiones y se publicaban las investigaciones de esos sabios.



Figura 22. Collage de obras de arte claves del siglo XVII.

Fuente: wikipedia. Elaboración propia

Muchos autores plantean que España en el siglo XVII estuvo de espaldas a lo que sucedía en Europa, a pesar de que ese es el Siglo de Oro de la literatura y la pintura españolas. Dicen que a la ciencia le faltó la atmósfera apropiada. Es cierto que hay que tomar en cuenta que a partir de este período se fue dando en España una profunda decadencia económica debido sobre todo a los compromisos militares, la despoblación y una mentalidad y estructura productiva esencialmente antieconómicas y que los reyes de España en el siglo XVII no se ocuparon del porvenir de la nación, se dedicaron más a disfrutar de su vida privada.

En el extranjero se negaron los avances que había ofrecido España en los siglos XV y XVI y se desconoció su papel en el siglo XVII. Los mismos españoles borrarón de su memoria lo hecho por la ciencia y la técnica en estos siglos, ha sido siempre un tema de fuerte polémica. El historiador español [Julián Juderías](#) (1914) en su libro de ensayo «[la leyenda negra y la verdad histórica](#)» presentaba a una «España inquisitorial, ignorante, fanática, incapaz, de figurar entre los pueblos cultos... enemiga del progreso y de las innovaciones».

En el blog «[El camino español](#)» se combate ese tipo de planteamientos: «Nos quieren hacer creer que España y la monarquía española que estaba presente en todos los ámbitos de la ciencia aplicada... no tuvo nada que ver con esa Revolución Científica». Felipe II tuvo una profunda labor de mecenazgo y desarrolló numerosas iniciativas científicas de primerísima magnitud, ciencia basada en la experimentación y datos, ciencia reconocible y moderna de la que Occidente es heredera. La Monarquía española se rodeó de todo tipo de científicos y expertos, rodeados de españoles salidos de las universidades de Salamanca y Alcalá. «Todos esos científicos venían a dejar su huella e incrementar el conocimiento para el Imperio Español y para ayudar a su desarrollo, pero a la vez también tenían acceso a las fuentes de conocimiento, tanto materiales como humanas, más innovadoras y relevantes de Occidente concentradas alrededor de esos centros impulsados por la Monarquía. Y cuando terminaban su trabajo ¿Qué hacían? Pues se volvían a su Flandes, Estados Alemanes, Francia, Estados Italianos de origen».

Los científicos, intelectuales y artistas que venían a España después regresaban a sus países y seguían trabajando al servicio de otras cortes. Felipe II apoyó y/o creó importantes instituciones que sirvieron para el desarrollo de la ciencia y de la técnica: la [Casa de la Contratación](#)⁸⁰, el [Consejo de Indias](#), la [Real Academia de Matemáticas](#), el [Real Tribunal de ProtoMedicato](#). Lo hizo para no depender de la lentitud de cambio de las universidades, a las que dio todo su apoyo también. Centralizó y fijó físicamente en unos pocos lugares a los protagonistas del desarrollo del conocimiento y del pensamiento, en la Capital – Madrid – y en el Monasterio del Escorial. Planteó también la importancia de la creación de numerosas universidades y escuelas en América así como la labor de los jesuitas en China a donde llevaron técnicas y máquinas. Otro elemento importante es que las necesidades que imponían el manejo y mantenimiento del gran imperio español y sus problemas económicos condicionaron sus intereses y actividades científicos y que no eran los mismos en los otros países europeos. Se insiste en este blog en que.

«Ninguna corte europea, ni Inglaterra, ni Francia, ni ningún señor de los estados alemanes o de los estados italianos, tenía ninguna necesidad, durante el siglo XVI, de hacer evolucionar tanto el Conocimiento. Ninguna. De hecho a tenor de lo que invertían en ello, no lo hicieron».

«Únicamente la Monarquía de España, con todos los territorios que la englobaban (Portugal, Países Bajos, Nápoles, Milanesado, Franco-Condado,... junto con la España Europea y la Americana), tenía la capacidad para mantener un pulso económico adecuado durante decenas de años como para desarrollar el músculo suficiente que generara y alimentara un movimiento científico-técnico que hiciera evolucionar para mejor la situación global del propio Imperio».

«Lo importante es evidenciar lo obvio, que fue el propio impulso, desarrollo y evolución del Imperio Español el que generó e hizo crecer lo que a posteriori se llamó Revolución Científica⁸¹. (El camino español 2023)

Vera (1935) destaca que en el siglo XVII hubo en España hombres ilustres⁸², cultivadores de la ciencia en todas sus ramas, pero que no formaron escuela ni un sistema científico, según él «España es un pueblo de grandes individualidades, que da héroes, santos, conquistadores y artistas, es decir, seres en los que la ecuación personal lo es todo y la disciplina nada». Da algunos nombres de destacados intelectuales a tomar en cuenta: [Pedro de Valencia](#) (humanista, latinista, helenista, hebraísta, crítico literario, filósofo, traductor e historiador español, cronista del rey [Felipe III](#)), el matemático [Juan Caramuel](#), Luis(¿) de Molinos (Miguel de Molinos: un escritor místico y teólogo español, creador del [quietismo](#)), [Rodrigo de Arriaga](#) y [Francisco Sánchez](#) que

⁸⁰ «La Casa de la Contratación fue desde principios del siglo XVI (1503) uno de los motores más importantes para el desarrollo de la actividad científica en España». Entre otros Américo Vesputio y Sebastián Caboto se formaron ahí. http://www.ujen.es/investiga/cts380/historia/siglos_xvii.htm

⁸¹ <https://www.xn--elcaminoespaol-1nb.com/por-que-espana-inicio-y-lidero-la-revolucion-cientifica-y-otros-paises-se-llevan-la-fama/>

⁸² Dar por referencia nombres de personas es necesario en esa época ya que todavía no se había consolidado la ciencia como trabajo colectivo. Internacionalmente también se mencionan nombres, pero en general no se incluyen nombres de españoles. España no se ha ocupado mucho de divulgarlos, aunque cada vez hay más interés en hacerlo suministrando información verificable para combatir las calumnias de la leyenda negra.

personificó el escepticismo español del siglo y partió de la duda metódica para edificar su sistema, «Cuanto más pienso, más dudo», decía antes que [Descartes](#).

En metalurgia [Álvaro Alonso Barba](#) escribió una obra monumental [Arte de los metales](#), traducida al inglés, francés, italiano y alemán, que entre otras cosas contiene los beneficios de la amalgamación y fue el único tratado de metalurgia en el siglo XVII. En Ciencias Naturales habría que incluir a [Isaac Cardoso](#), [Gaspar Morales](#), Juan de Sotomayor y [Bernardo Cienfuegos](#) (en cuya obra monumental Historia de las plantas, que señala una época en los anales de la Botánica, están incluidas las ideas que siglo y medio después había de propugnar [Linneo](#)). En Física a [Rodrigo de Arriaga](#), jesuita riojano que muestra estar muy al día y que seis años antes que Galileo afirmó que los cuerpos caen en el vacío con la misma



velocidad. En Astronomía y Náutica al [P. José de Zaragoza](#) con su obra La Esfera. En Náutica [Antonio de Nájera](#) escribió el Tratado de navegación y otros libros. En Matemática destacaron: [Juan Caramuel](#), el [P. Zaragoza](#) y [Hugo de Omerique](#), alabado por Newton, Y así Vera (1935) cita otros nombres e indica que se destacaron españoles en otras ramas como el Derecho, las Ciencias Político-filosóficas, Cartografía, Medicina, Filosofía.

En [Wikipedia](#), en el análisis por categorías se presentan los nombres de los científicos españoles del siglo XVII, agrupados por categorías – especialidades (Agrónomos -17, Biólogos: 5 Botánicos y 1 Zoólogo, Bibliógrafos-5, Economistas-13, Farmacéuticos-7, Físicos-3, Geógrafos-14, Historiadores-135, Inventores-2, Lingüistas-7, Matemáticos-22, Médicos-44, Naturalistas-1, Psicólogos-1, Novatores-22).

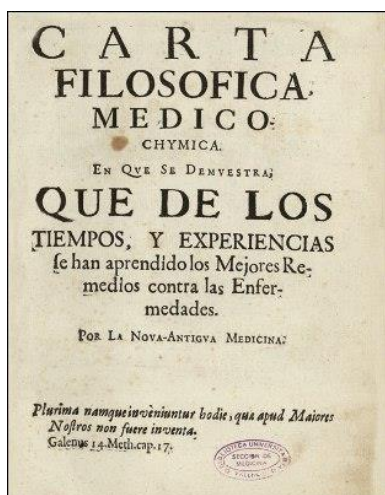
Vale la pena comentar quienes fueron los inventores mencionados:

- [Jerónimo de Ayanz y Beaumont](#) (1553-1613) fue un polifacético español, que destacó como militar, pintor, cosmógrafo y músico, pero, sobre todo, como inventor. Fue el precursor del uso y diseño de la máquina de vapor, así como en sistemas de ventilación en minería, mejoró la instrumentación científica, desarrolló molinos de viento y nuevos tipos de hornos para operaciones metalúrgicas, industriales, militares e incluso domésticas. Inventó una campana para bucear, patentó un traje de inmersión probado ante la corte de [Felipe III](#).
- [Juan Roget](#) (Angulema, Francia c.1550 - ¿Aveyron, Francia? c.1617-1624) fue un fabricante de anteojos de Gerona, España. Estudios recientes apuntan a que podría haber tenido un papel capital en la invención del telescopio.

Álvarez-Cornett (2019a) plantea también que hoy se sabe que España realizó importantes aportes a la ciencia y la construcción de la modernidad, aunque la participación de España en los importantes avances de la ciencia europea en el siglo XVII fue escasa. A principios del siglo XVI se continuó el impulso que tuvo el conocimiento en el siglo XV pero fueron surgiendo distintos factores, políticos, sociales, económicos, demográficos e ideológicos que produjeron la decadencia de España, del imperio. Esto hizo que España se fuera alejando culturalmente de Europa. Relacionado con las acusaciones de represión inquisitorial y oscurantismo planteadas por la leyenda negra conviene citar un par de acciones que la justificarían. La regente Juana, hermana de Felipe II, en un momento en que el rey estaba fuera del país, al enterarse que se había descubierto a un grupo de nobles, monjes y curas que eran

seguidores de la fe protestante emitió un decreto prohibiendo la importación de libros para limitar la propagación de las propuestas de Lutero, con lo que se creó un sistema de censura. Al regresar el rey Felipe II, éste emitió una ley prohibiendo que los españoles fueran a estudiar en el extranjero, aunque esto no se cumplió estrictamente. Como consecuencia de las intensas persecuciones, quemaduras y censura de la Inquisición se creó un ambiente de sospecha e intolerancia, de miedo y de cautela.

El historiador [Víctor Navarro Brotons](#) en una entrevista realizada el 24 de noviembre de 2024 por [Metahistoria](#), indica que también hay que considerar otros factores, por ejemplo el que en España, en esa época, se consideró a la ciencia como un factor de utilidad, que permitiera controlar los territorios conquistados y mantener el imperio, no como una fuente de conocimiento. Progresivamente en el siglo XVII se fue perdiendo la



actividad científica alcanzada en el siglo anterior. En 1625 desapareció la Academia de Matemáticas de Madrid, también se cerró la Casa de la Contratación. La enseñanza científica universitaria decayó, así como otras instituciones que tuvieron importante papel en el manejo del conocimiento, como hospitales y escuelas de ingeniería militar. Los estudios sobre la ciencia española en el siglo XVII han demostrado que se desarrollaron actividades relacionadas con los conocimientos que se originaron en Europa.

Pi Corrales (2003) plantea que se debe considerar la importancia que tuvo el movimiento de los «novatores»⁸³, cuyo origen pudiera ubicarse en el año 1687, cuando [Juan de Cabriada](#) emitió un documento

crítico, su «Carta filosófico-medico-chymica», en la que denunciaba el atraso español y ofrecía los fundamentos renovadores, así se señaló un giro importante en la situación de la ciencia española al relacionar el campo de la medicina a los saberes químicos y biológicos. Se mostró la existencia de cambios en la medicina, de los que seguían las enseñanzas de Galeno a los que adoptaron los enfoques de Harvey - quien había descrito completamente el sistema de circulación de la sangre⁸⁴ -, Paracelso y otros, entre los cuales hay que incluir a Descartes y a Boyle. Otra iniciativa importante fue el encargo que recibió [Crisóstomo Martínez](#) para ir a París a realizar un atlas anatómico que requería detallados estudios microscópicos, haciendo evidente la incorporación de las innovaciones fisiológicas y médicas europeas.

Álvarez Cornett (2019b) indica que el movimiento de los novatores se puede establecer entre 1675 y 1725. [Novatores](#) es una denominación inicialmente peyorativa, (utilizada por sus adversarios, que les reprochaban su deseo de innovar o renovar). Posteriormente fue considerada elogiosa. Se aplica a un grupo minoritario de pensadores y científicos españoles de finales del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII; el periodo que en la historia intelectual de Europa corresponde a la crisis de la conciencia europea que coincide con la revolución científica y precede a la Ilustración. En este movimiento participaron algunos nobles, pero también profesionales, clérigos, médicos, farmacéuticos, profesores de las nuevas técnicas, miembros de las academias y sociedades, y entusiastas que estuvieron en contacto con ambientes científicos

⁸³ Los novatores: minoría de médicos, matemáticos y filósofos los que, convencidos del **atraso histórico de España**, apostaron por la incorporación del país a la modernidad que brindó la Ilustración. <https://hipertextual.com/2015/08/ciencia-en-espana-historia>

⁸⁴ Miguel Servet contribuyó a identificar la circulación de la sangre hacia los pulmones.

extranjeros. Las actividades de los novatores fueron difíciles inicialmente porque no tenían respaldo institucional, por lo que buscaron el apoyo de mecenas y otros protectores.

El movimiento novator no se valió de los claustros universitarios, en los que prevalecía la enseñanza tradicional muy ligada a las interpretaciones teológicas. Las universidades españolas parecían estar más dirigidas a la administración que a las letras. El movimiento de los novatores a fines del siglo XVI creó una cultura extra-académica. El historiador italiano [Paolo Rossi](#) plantea que aunque los científicos del siglo XVI estudiaron en alguna universidad la ciencia moderna nació fuera de las universidades.

Las universidades no fueron el centro de la investigación científica. Los estudiosos se reunían en salones y tertulias, la mayoría de las veces en las casas de personas importantes. En estas reuniones se discutía de todo, literatura, ciencia, filosofía, artes y letras. A partir de ellas se fueron creando después sociedades científicas. En ellas participaban filólogos, historiadores, juristas, bibliógrafos, y científicos (médicos, matemáticos), así, fue como los innovadores físico-matemáticos introdujeron las corrientes filosóficas que venían de Europa. De esas reuniones surgieron organizaciones más estables, por ejemplo, Juan de Cabriada fue uno de los fundadores de la [Regia Sociedad de Medicina y demás Ciencias](#) de Sevilla. (Álvarez Cornett 2019c)

Los planteamientos de Newton junto con los de Copérnico y otros científicos que se relacionaron en la revolución científica tuvieron gran influencia en las transformaciones que fueron sucediendo. Esos científicos se lanzaron a explicar el mundo de manera racional, de ahí la importancia de los planteamientos de Newton, que ofrecían una explicación más completa del funcionamiento del universo, haciendo una extensión de las leyes terrestres a todo el universo, indicando que la Naturaleza está regida por leyes universales. Es por eso importante revisar cómo se dio la introducción de las ideas de Newton en España y cómo estas contribuyeron al desarrollo de la ciencia y la técnica. Álvarez Cornett (2019d) hace ese análisis en detalle. Destaca el papel que tuvo el padre [Benedicto Benito Feijóo](#), las academias militares, el [Real Colegio de Artillería de Segovia](#) y el [Observatorio Astronómico de la Armada](#) española con el papel destacado de [Jorge Juan](#). Señala también las dificultades que se dieron por la oposición de las universidades, que defendían la física aristotélica.

Tal como ya se ha planteado, Vera (1935)⁸⁵ indica que en el siglo XVII existieron filósofos españoles que en algunos casos sentaron las bases que otros europeos usaron en sus propuestas. Los trabajos fueron mayormente individuales. No se constituyó un sistema científico, lo que puede ser atribuido al carácter general de los españoles, que aún persiste.

Vera (1935) destaca la influencia predominante de la Iglesia, a medida que la Corona perdía terreno debido al deterioro del comportamiento de los reyes españoles del siglo XVII ([Felipe III](#) (1598-1621), [Felipe IV](#) (1621-1665), [Carlos II](#) (1665-1700)). Estos

⁸⁵ Francisco Vera Fernández de Córdoba (1888-1967).

https://es.wikipedia.org/wiki/Francisco_Vera_Fern%C3%A1ndez_de_C%C3%B3rdoba

Matemático, periodista, funcionario (Tribunal de Cuentas), filósofo y fundamentalmente historiador de las ideas. Republicano, masón, y teósofo y sobre todo profundamente liberal, aunque anticlerical era tolerante y antidogmático. Como muchos otros españoles fue perseguido por sus ideas y por haber trabajado para el bando republicano durante la guerra civil española (1936-1939). Se exilió en 1939 cruzando la frontera para llegar a Francia y de ahí se embarcó hacia América Latina llegando a República Dominicana, de ahí a Colombia y terminando en Argentina en 1944. Hizo numerosas publicaciones: Historia de la Ciencia –publicado en Barcelona en 1937-, de la cual se consiguió material sobre la ciencia en el siglo XVII utilizado en mis explicaciones. También escribió una historia de la cultura científica, en 5 volúmenes, publicada en Buenos Aires (1956-1969) y otras publicaciones relacionadas con la historia de la matemática.

reyes tuvieron que afrontar la derrota militar, la decadencia y la pérdida de hegemonía como potencia europea. Entregaron el poder a los «validos»⁸⁶, tuvieron que responder a [la sublevación de Cataluña](#) y a la escisión de Portugal, la llamada [Guerra de Restauración](#). A esto hay que agregarle la mala situación económica debido a las grandes deudas originadas para pagar las guerras que sostuvieron los gobiernos en los siglos anteriores XV y XVI y también que las conductas de estos reyes distaron mucho de su interés por el gobierno, teniendo mayor dedicación al disfrute personal y en el caso de Carlos II a sus deficiencias mentales.

«Mientras fuera de España las ideas evolucionan al compás de los tiempos y el problema religioso se desplaza como ideal colectivo para refugiarse en el fondo de la conciencia individual, en España asume caracteres tan acusados que hace que casi todos los hombres de valor... pertenezcan a la Iglesia. En España consecuencia de la irreflexión aparece la superstición, produciendo un inevitable desequilibrio entre España y el resto de Europa». «Pero en medio de esa desolación no faltaron espíritus libres que... cultivaron las ciencias positivas para honra de España. (Vera 1935)

García (1994) plantea que actualmente se trata de destacar los avances científicos y técnicos españoles dentro de las condiciones sociales en que se produjeron y las dificultades que impidieron que España se incorporara plenamente a la revolución científica del siglo XVII, pero que esos estudios están todavía incompletos. Menciona que no se sospechaba la existencia de un amplio número de invenciones, que estaban protegidas por un sistema de patentes concedidas por privilegio real. Así, la revisión de documentos históricos ha permitido descubrir su existencia, mostrando que España no estuvo ausente del impulso técnico del siglo XVI y parte del siglo XVII.

11.2.El arte español en el siglo XVII

El movimiento artístico del siglo XVII fue el [Barroco](#), fue el estilo de la Edad Moderna, entre el Renacimiento y la Ilustración, siglo XVII y mitad del siglo XVIII. Comenzó en Italia y se manifestó principalmente en la Europa Occidental y en América Latina. En el norte de Europa, en los países de la Reforma protestante los temas estuvieron vinculados a la vida cotidiana, la naturaleza o la mitología. En España fue muy fuerte la influencia del naturalismo tenebrista, originado sobre todo en Italia por [Caravaggio](#), caracterizado por un fuerte realismo y el uso de la luz y sombra para subrayar los volúmenes. En España los temas estuvieron muy vinculados a la Contrarreforma, con motivos fundamentalmente religiosos

El arte barroco fue más refinado y ornamentado que el clásico, con formas más dinámicas y efectistas, tiene un gusto particular por lo sorprendente y anecdótico, con golpes de efecto, le da preponderancia a la representación realista. Como esta época fue de penuria económica, esta nueva realidad explica quizás cómo la mentalidad artística enfrentó una época turbada y desengañada, que se manifestó en una cierta distorsión de las formas, efectos forzados y violentos, fuertes contrastes de luces y sombras y cierta tendencia al desequilibrio y la exageración.

Un cliente fundamental del arte barroco fue la Iglesia. Ante la confrontación con la Reforma protestante necesitaba reforzar su posición ante la gente y la imagen y autoridad del Papado, por eso utilizó al arte para la propaganda religiosa. El arte era un medio de carácter popular fácilmente accesible e inteligible. El arte barroco floreció

⁸⁶ Valido : miembro de la aristocracia en quien se delegan las funciones de gobierno

gracias al mecenazgo de la Iglesia, pero también de los aristócratas, los nobles de la Corte. Fue para ellos también una forma de destacar la magnificencia de sus reinos, un instrumento propagandístico que daba fe de la grandiosidad del monarca.

En esta época se puso en auge el coleccionismo, lo cual facilitó la circulación de artistas y de obras de arte. Floreció el mercado artístico. Proliferaron las academias de arte como fenómeno cultural, promocionando su estudio, exposiciones y concursos⁸⁷. El estilo barroco se expresó en todas las formas artísticas, la literatura, el teatro, la música, las artes plásticas. Todas ellas tuvieron un gran desarrollo, tanto en España como en otros países europeos.

Entre sus fundadores se menciona a [Gian Lorenzo Bernini](#) (1598-1680) escultor, arquitecto y pintor italiano considerado creador del estilo [escultórico barroco](#) por sus esculturas de escenas narrativas muy dramáticas, profundamente religioso, que puso su arte al servicio de la [Contrarreforma](#) y gozó del favor de los papas, lo que le aseguró el proyecto más importante de la Roma de su tiempo, la [basílica de San Pedro del Vaticano](#). También se menciona como fundador del estilo barroco a otro italiano, contemporáneo y competidor de Bernini, [Francesco Borromini](#) (1599-1667), arquitecto considerado como uno de los máximos exponentes del [barroco](#) romano.

Como referencia adicional y ejemplo, no hay sino que recordar algunos nombres muy conocidos que vivieron en esta época. El dramaturgo, actor y poeta [Molière](#) (1622-1673) en Francia, y el dramaturgo y poeta inglés [William Shakespeare](#) (1564-1616). En pintura fue la época del pintor [barroco](#) de la [escuela flamenca](#) en Amberes, cuyo estilo exuberante enfatiza el dinamismo, el color y la sensualidad, [Pedro Pablo Rubens](#) (1577-1640) y del pintor y grabador neerlandés [Rembrandt](#) (1608-1669).

En lo referente a la cultura, España vivió una época de auge sin precedente, el llamado [Siglo de Oro](#) de las artes, tanto en pintura como en literatura. Los artistas españoles de este siglo son tan famosos internacionalmente como los de otras latitudes europeas. En España predominan en pintura los temas religiosos porque es el momento de la Contrarreforma, está ausente el sensualismo que caracterizó el arte barroco en otras partes. Los principales clientes: la Iglesia y la Corte,

La pintura española del Barroco está viva en uno de los momentos claves de la historia de la pintura mundial. Los especialistas separan varias escuelas, que se describen en detalle, así como las obras y vida de los principales pintores españoles del siglo XVII en el blog: <https://www.arteespana.com/pinturabarroca.htm>

En la Escuela Valenciana destacaron [Francisco Ribalta](#) (1565-1628) y El Españolito [José de Ribera](#) (1591-1652), quien, de joven, se fue a Italia y estuvo influenciado por el estilo barroco de Caravaggio en sus muchas obras religiosas. En la Escuela Andaluza, centrada en Sevilla, destacaron [Francisco de Zurbarán](#) (1598-1660) que hizo muchas representaciones religiosas, pero también bodegones; [Bartolomé Esteban Murillo](#) (1617-1682) que también siguió la temática religiosa y fue muy popular y querido, una de cuyas obras más conocida es la Purísima Concepción. [Juan de Valdés Leal](#) (1622-1690) hizo muchas pinturas religiosas pero es más famoso porque se recreó pintando la parte más cruda de la vida, siendo muy mencionadas sus «Alegorías de la muerte» o «Jeroglíficos de las postrimerías», cuyos cuadros ‘In ictu oculi (En un abrir y cerrar de ojos)’ y ‘Fines gloriae mundi (El fin de las glorias mundanas)’ muestran el sin sentido de todas las aspiraciones mundanas y que la muerte es también el paso necesario hacia el juicio del alma⁸⁸. En la Escuela de Madrid se destacaron [Juan Carreño](#) (1614-1685) y

⁸⁷ <https://es.wikipedia.org/wiki/Barroco>

⁸⁸ <https://www.arteespana.com/pinturabarroca.htm>

[Claudio Coello](#) (1642-1693), pintores de cámara de Carlos II, pero el más conocido sin duda es [Diego Velázquez](#) (1599-1660). Éste se inició en la Escuela Sevillana, viajó a Italia dos veces, teniendo inicialmente influencia del estilo tenebrista de Caravaggio; pintó al principio temas religiosos pero también populares de la vida cotidiana (la Vieja vendiendo huevos, el Aguador de Sevilla). Su fama en Sevilla le llevó a Madrid y fue el pintor de cámara de Felipe IV pintando temas mitológicos, retratos históricos, paisajes y bodegones. Sus obras más conocidas son [Las Meninas](#) y [la Rendición de Breda](#) o cuadro de Las Lanzas. Hay muchos más pintores españoles importantes en este siglo: [Alonso Cano](#) (1601-1667), [Antonio de Pereda](#) (1511-1678), [Vicente Carducho](#) (1576/78-1638), etc.

La literatura española en el siglo XVII está considerada como una de las más importantes del mundo en todas las épocas. No hay más que citar al Quijote, que ha sido reconocido como la primera novela moderna y una de las mejores obras de la literatura universal, cuyas traducciones sólo han sido superadas por las de la Biblia. Cuando [Wikipedia](#) comenta acerca de la literatura barroca señala una serie de aspectos que relacionan bien la situación político-económica y social con el desarrollo del arte barroco en la literatura de este siglo, por lo que voy a hacer un resumen comentado de algunos de esos planteamientos.

Según Wikipedia el estilo barroco muestra un fuerte cambio respecto al siglo XVI, de la preocupación sensual dominante en ese siglo a un énfasis en lo religioso, en los valores morales y didácticos. No debe olvidarse que la Reforma protestante había originado profundas críticas a la manera de conducirse de la Iglesia, que generó la Contrarreforma y guerras religiosas. El tema religioso siguió siendo fundamental en este siglo. Los temas tratados por los escritores fueron muy diversos y trataron de llegarle a un gran público. Se plantea en Wikipedia que muchas de las características de este estilo surgieron como una reacción a que el Renacimiento no había hecho más feliz al hombre y seguían habiendo desigualdades sociales y calamidades. En este siglo hubo guerras, pestes, decadencia económica y hambrunas. En ese sentido se plantea que fue una época de pesimismo intelectual, en el que también hubo un sentimiento de vértigo, por la inmensidad del cosmos, sin límites ni centro. Hay que tomar en cuenta el desarrollo de la teoría heliocéntrica por un lado y de la Reforma protestante por otro, con lo que se fue perdiendo la fe en las capacidades ilimitadas del ser humano. En España, después de los grandes emperadores, Carlos I y Felipe II, del gran Imperio Español, hubo un desencanto del poder político, al advertir que éste estaba desvaneciéndose. Surgió también una preocupación por el paso del tiempo, que lleva a la muerte y un retorno al neoplatonismo, que reconoce la imperfección de los sentidos humanos y el papel del lenguaje, que a la vez engaña y es la fuente del conocimiento.

Todos estos factores afectaron a los escritores españoles. En el siglo XVI hubo un gran desarrollo de la lengua española, muy cuidada por los escritores españoles, que adquirió mayor precisión y claridad de expresión. Los aspectos de exageración, exceso y complejidad del estilo barroco en otras artes se observan también en la literatura. Abundan los temas religiosos y morales, pero también una preocupación por la vida cotidiana y la sociedad de la época, incluyendo la mitología y la historia. Algunas reacciones de los escritores españoles fueron la evasión, desentendiéndose de las realidades, presentando un mundo ideal donde todo se resuelve y triunfa el orden, otros escritores recurrieron a la mitología y hubo otros que satirizaron la realidad, basándose en ella. También los hubo estoicos, quejándose de la vanidad del mundo, la fugacidad de la belleza y la vida, la fama transitoria. Otros fueron moralistas críticos de los defectos o vicios que proponían conductas acordes a la ideología política y religiosa de la época.

El análisis de las obras de los escritores españoles del siglo XVII es sumamente interesante pero excede el interés y posibilidades de hacerlo aquí. Tan sólo para que los lectores recuerden algunos de los nombres más importantes y puedan consultar si lo desean sus vidas y actuaciones se revisan a continuación quienes fueron los más destacados, suministrando los enlaces en Wikipedia para que puedan profundizar. Quedan muchos otros, también muy conocidos. Está siempre pendiente entender y explicar por qué llegando a producirse genios tan importantes en las letras y en la pintura no se hizo algo parecido en la ciencia y la tecnología.

- [Miguel de Cervantes](#) (1547-1616), ¡Siempre hay que empezar por él! «Príncipe de los Ingenios», novelista, poeta, dramaturgo, soldado y empleado público, con su obra más destacada El Quijote ([El ingenioso hidalgo don Quijote de la Mancha](#)) y otras más, también obras de teatro, comedias y entremeses.
- [Francisco de Quevedo](#) (1580-1645) de padres nobles, político, escritor, uno de los grandes poetas españoles y prolífico escritor de narrativa y teatro, así como de textos filosóficos y humanísticos.
- [Lope de Vega Carpio](#) (1582-1635), poeta y dramaturgo, muy prolífico, llamado por Miguel de Cervantes «Fénix de los ingenios» y «Monstruo de Naturaleza», renovó las formas del teatro español, cuando el teatro en España comenzaba a ser un fenómeno cultural de masas.
- [Baltasar Gracián](#) (1601-1658) escritor que cultivó la prosa didáctica y filosófica, cuyo pensamiento pesimista y moralista corresponde muy bien a lo planteado sobre el período barroco.
- [Tirso de Molina](#) (1579-1648) dramaturgo, poeta y narrador, creador del mito de Don Juan.
- [Pedro Calderón de la Barca](#) (1600-1658) sacerdote, escritor y dramaturgo. Poeta cortesano y soldado. Su teatro expresa la angustia barroca de la existencia junto con los problemas teológicos. Acentúa las ideas monárquicas y el tema del honor. Su lenguaje es de gran riqueza expresiva. Una de las obras más famosa es [La vida es sueño](#) (1635)
- [Luis de Góngora y Argote](#) (1561-1627) poeta y dramaturgo. Fue el mayor exponente de la corriente literaria denominada «[culteranismo](#)», en la cual la estética intensifica la expresión y aboga por la perífrasis embellecedora utilizando el hipérbaton y los cultismos, metáforas y perífrasis elusivas, a menudo con referentes de la mitología clásica.

La música en España en el siglo XVII⁸⁹ no tiene un despegue como tuvo la literatura. Se deja de valorar, se repite lo que ya se había inventado en el Renacimiento y se imita a Italia y a Francia. En España no se siguen los estilos europeos (concierto, suites, pasión, oratorios), pero en este siglo nace la zarzuela y más adelante la tonadilla. Siguen siendo importantes las formas religiosas y el uso del órgano. La música litúrgica en latín continuó utilizando la escritura de finales del siglo XVI, alternando la polifonía con la monofonía. Se siguieron cultivando las viejas formas. Las capillas se siguieron usando como antes. El villancico se utilizó en las fiestas religiosas, con texto en lenguaje llano, teatral y acompañamiento de un conjunto instrumental. Como tenían temas populares poco religiosos, que eran como una válvula de escape a la solemnidad, en repetidas ocasiones trataron de prohibirlos, sin éxito debido a su popularidad.

⁸⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica_del_Barroco_en_Espa%C3%B1a y <https://mcarmenfer.wordpress.com/2012/03/10/el-barroco-musical-en-espana/>

El teatro en España se convirtió en un fenómeno de masas y la música formaba parte del espectáculo. Los intentos de trasplantar a la corte española la ópera italiana fracasaron y aunque hubo intentos de introducir óperas españolas tampoco progresaron. Se produjeron semi-óperas de temáticas mitológicas, pero sin mucho éxito. De ahí salió como género genuinamente español, la zarzuela, con temática de índole amorosa, idealizada y pastoril, dirigida a un público cortesano. Se dice que su nombre proviene del palacio de la Zarzuela, en el Real sitio del Pardo, donde se reunían músicos y artistas para entretener a los reyes. La zarzuela tuvo un importante desarrollo y a finales del siglo XVII se había convertido en imprescindible en toda fiesta cortesana de importancia.

A mediados del siglo XVII surge un estilo de canción popular denominada «el tono humano», canción profana sentimental, cuyo tema principal solía ser el amor, generalmente no correspondido o caído en desgracia. A veces sus letras eran de origen popular pero muchos de los grandes escritores escribieron versos para estas canciones. Aunque al principio participaron varias voces, de una a cuatro, se fueron convirtiendo en monódicos por lo que también se les llama «solos». Al principio del siglo llevaban nombres de formas literarias: romance o novenas, o bien de danzas: folía y seguidillas, pero también se llaman tonadas. Se han preservado muchos por medio de los cancioneros. Fueron interpretados en las distintas manifestaciones teatrales, incluyendo la zarzuela. «El espíritu del barroco tendía a concentrar los distintos campos del arte y el teatro musical acabará convirtiéndose en la expresión más representativa de la época»⁹⁰.[.△](#)

Capítulo 12. España en el siglo XVIII

12. La situación político económica en Europa en el siglo XVIII

El siglo XVIII ⁹¹en Europa se conoce como el Siglo de las Luces o el Siglo de la Razón. También se le conoce como La Ilustración. Se planteaba que el hombre tiene la capacidad de resolver sus problemas mediante el estudio y la aplicación de la razón y que todo debe estar sometido a la crítica. El racionalismo estuvo inmerso en todas las actividades humanas en este tiempo.

El Despotismo Ilustrado fue la forma de gobierno que prevaleció hasta las dos revoluciones, la revolución norteamericana (1776) y la revolución francesa (1789). El rey siguió siendo el jefe del gobierno, con poder absoluto, apoyado, como en épocas anteriores, por validos con gran influencia en el gobierno. El rey tenía entonces el objetivo de lograr el progreso y la felicidad de sus súbditos y el progreso, pero sin que el pueblo fuera consultado.

Se criticaba la división social de la sociedad en estamentos basados en desigualdades sociales por razón del nacimiento y que el clero y la nobleza disfrutasen de privilegios. Se cuestionaba que esos sectores fueran los propietarios de prácticamente la totalidad de la tierra y disfrutasen de las rentas y del trabajo de los campesinos. La Iglesia tradicional era cuestionada por recortar la libertad del individuo. Se planteó la necesidad de expropiar las propiedades. Esos fueron los primeros planteamientos de la llamada desamortización.

En Francia surgieron tres pensadores que criticaron fuertemente la situación existente y propusieron un nuevo pensamiento: Montesquieu, Voltaire y Rousseau, cuyos pensamientos y libros renovaban los enfoques políticos y organizativos de la sociedad.

⁹⁰ <https://musicaantigua.com/los-tonos-humanos-en-la-escena-barroca/>

⁹¹ <https://sabuco.com/historia/sxviii.pdf>

En 1751 se publicó La Enciclopedia, en la que se recogió todo el pensamiento y la información de la época.

Montesquieu escribió El espíritu de las leyes planteando como gobierno ideal el parlamentario y la división de poderes: ejecutivo, legislativo y judicial, como base de la democracia.

Voltaire fue un agudo crítico contra el absolutismo y las ideas del Antiguo Régimen.

Rousseau en su libro El contrato social justificó el poder del rey como un pacto con sus súbditos.

Entre los reyes y los filósofos ilustrados hubo una intensa relación. Los reyes adoptaron las recomendaciones que les interesaban y los filósofos aprovecharon la relación para dar a conocer sus puntos de vista modernizadores.

En este período hubo una fiebre por la modernización y el progreso. En la economía se superó el mercantilismo y comenzó el capitalismo. En el arte se desarrolló un nuevo estilo, el neoclasicismo.

En otras regiones de Europa hubo también cambios trascendentales. En Inglaterra surgió la Revolución Industrial y en Rusia el Zar Pedro El Grande fundó y construyó San Petersburgo.

La situación político económica en España en el siglo XVIII

Con el fin de siglo, en 1700 fallecía el rey Carlos II sin dejar descendencia. Carlos II había seleccionado en su testamento a [Felipe de Anjou](#), de la casa de los Borbones, como rey de España, por ser nieto del rey de Francia [Luis XIV](#) y de su esposa [María Teresa de Austria](#), hermana del rey español Felipe IV, su padre. Aunque todos los soberanos de Europa le reconocieron como Rey de España, no fue así con [Leopoldo I](#), emperador del Sacro Imperio Romano Germánico en Austria. Éste, ante movimientos militares de Francia para defender las plazas fuertes de los Países Bajos españoles, logró el apoyo de Holanda e Inglaterra, iniciándose una guerra en esa zona, que se extendió a España como guerra civil. El Archiduque [Carlos de Habsburgo](#), hijo de Leopoldo, tenía pretensiones de ser coronado Rey de España, ya que la corte de Viena, en 1703, así lo había proclamado. El Archiduque se desplazó a Portugal, consiguiendo el apoyo de importantes figuras españolas y más adelante de los catalanes, los valencianos y los territorios de la Antigua Corona de Aragón, convirtiéndose la guerra iniciada en Europa en guerra civil española, la «[Guerra de sucesión](#)» que duró desde 1703 hasta 1713. La muerte del emperador José en 1711 otorgó la dignidad imperial al Archiduque Carlos, convirtiéndose éste en Emperador [Carlos VI](#), lo que hizo que se desinteresara de reinar en España. Tras varios años de combates, en 1714 se firmó el tratado de Utrecht reconociendo a Felipe de Anjou como Felipe V. entregando España a los Austrias: Flandes, Nápoles y Sicilia y a Inglaterra Menorca y Gibraltar. Con eso y con el desgaste de la guerra finalmente Felipe de Anjou fue entronizado como rey de España - [Felipe V](#) (1700-1746)-, comenzando en España el reinado de una nueva dinastía, [los Borbones](#).

Con el tratado de Utrecht se inició la hegemonía de Inglaterra.

Con los dos primeros reyes Borbones, [Felipe V](#) (1700-1746) y [Fernando VI](#) (1746-1759), se inició una etapa de cambios y transformaciones de reorganización política y económica para mejorar el estado, hacerlo más eficaz y administrar mejor los territorios del imperio. Para eso, adoptaron medidas centralizadoras y entre otras medidas abolieron los fueros regionales excepto los del País Vasco y Navarra, porque estos habían apoyado a Felipe V durante la guerra de Sucesión. También instauraron un nuevo modelo de administración territorial. Se plantearon reforzar una burocracia centralizada en Madrid, para tener un mayor control político, comercial y administrativo, consolidando el establecimiento de una monarquía absoluta. A Fernando VI, sin descendientes, de acuerdo al tratado de Utrecht, le sucedió su hermanastro

Carlos III (1759-1788), que estaba reinando en Nápoles. Carlos III ya tenía experiencia como gobernante e inicialmente se apoyó en ministros traídos de Nápoles, contra los que se alzó el pueblo, lo que le llevó a incorporar en su gobierno a ministros españoles. Carlos IV (1788-1808) sucedió a Carlos III y mantuvo el mismo enfoque, pero durante su gobierno ocurrió la revolución francesa y el ascenso de Napoleón al poder. En la segunda parte de su gobierno dejó el gobierno en manos de su ministro —el favorito Godoy—. Éste hizo que la política española se sometiera a la francesa, culminando en la ocupación napoleónica de España y la Guerra de la Independencia.

La sociedad española estaba dividida en estamentos como en Francia. La nobleza y el clero estaban privilegiados y junto a la monarquía absoluta eran los dueños de la tierra, vivían de las rentas y no tenían mentalidad productiva. La burguesía iba creciendo por el desarrollo económico y comercial, con protección de la monarquía. La burguesía tenía varios niveles: i) la alta burguesía, formada por los grandes comerciantes y banqueros, que intentaba asimilarse a la aristocracia, ii) la burguesía media, constituida por pequeños comerciantes locales, abogados, profesores, etc., que iba adquiriendo importancia. Además estaban los obreros y trabajadores urbanos y los campesinos. Del 75 al 90% de la población vivían en el campo.

El siglo XVIII fue próspero económicamente. Inicialmente se mantuvo el mercantilismo pero la agricultura adquirió gran interés. Ésta se vio como posibilidad de desarrollo del país, hubo un aumento de la producción, no hubo hambrunas, la agricultura fue el sector económico más importante, se habla de este período como el de la fisiocracia. En España todavía no se dio la revolución industrial. La industria aumentó la producción pero con el estilo anterior, de pequeños talleres, sistema gremial, sin competencia. El método de producción que se usó fue en el que los dueños de las materias primas se las entregaban a la gente de las aldeas para que completasen la producción.

Los Borbones aportaron una novedad importante: las manufacturas reales, grandes locales con muchos artesanos para realizar productos para las clases altas y los palacios reales (cristales, porcelanas, tapices, muebles, etc.). El comercio creció espectacularmente. Se usó sobre todo el transporte marítimo porque el terrestre dificultaba mucho la fluidez de los intercambios.

Como resultado del tratado de Utrecht Inglaterra consiguió derecho ilimitado a comerciar con las Indias españolas y permiso para comerciar con esclavos en las Indias. En las relaciones con los territorios de las Indias, la América Latina, hubo cambios importantes. Los Virreyes fueron sustituidos por Capitanes Generales, que actuaron como gobernadores. Se mantuvieron las Reales Audiencias para cuestiones judiciales y se crearon las Intendencias para cuestiones económicas. Se mantuvieron los ayuntamientos con cargos de Corregidor, Alcalde Mayor y Síndicos, que eran elegidos por el pueblo. La corona quiso aumentar el control de la metrópoli sobre las Indias, excluyendo de la administración a los criollos. En 1778 hubo también un incremento impositivo permitiendo el libre comercio entre la península y las Indias. Esas políticas crearon movimientos de protesta en los criollos al sentirse desplazados. Así, en 1780-1781 tuvo lugar una revuelta en Perú, iniciada por los criollos, que se convirtió en una rebelión indígena comandada por Tupac Amaru, que fue duramente reprimida.

En España se suprimieron todos los Consejos excepto el Consejo de Castilla, convertido en el gran asesor del rey. Se crearon Secretarías de Despacho (Estado, Guerra, Marina, Hacienda, Justicia e Indias). Puede decirse que estos fueron una especie de antecedentes de los ministerios. Se estableció la supremacía del poder civil sobre la Iglesia, un mayor control sobre la Inquisición y en 1767 se expulsó a la Compañía de Jesús.

Se realizó un censo de todas las propiedades del reino y se buscó la unificación de la moneda. Se emprendieron reformas en la agricultura, porque estaba muy atrasada y en

manos de la nobleza y la Iglesia. Por primera vez se habla de desamortización, pero sin lograrlo, por oposición de esos dos sectores.

En 1776 se estableció la liberalización del comercio con las Indias, acabando con el monopolio de la Casa de la Contratación en 1778, pero manteniendo una política proteccionista respecto a las demás potencias⁹².

12.1.Ciencia y tecnología en España en el siglo XVIII

Tal como se ha indicado, a pesar de todas las dificultades llegaban y circulaban libros publicados en Europa. Existieron intelectuales de distintas ramas que estuvieron en contacto con los nuevos enfoques europeos. Los fueron promoviendo y los utilizaron en sus trabajos y propuestas. Según el historiador [Henry Kamen](#) (en Álvarez-Cornett 2019b), a pesar de la Inquisición hubo una evolución subrepticia abierta y aireada, hubo continuidad en los aspectos científicos y culturales. El movimiento de los novatores tuvo lugar entre el final del reinado de Carlos II y el de [Felipe V](#), a comienzos del siglo XVIII.

Durante los reinados de [los Austrias](#) se habían ido creando [Reales Fábricas](#), primeras instalaciones industriales dedicadas sobre todo a la fabricación de artículos de lujo para consumo de los palacios reales y de las clases altas. Se seguía el modelo francés de Colbert con una política proteccionista. La monarquía tuvo un papel fundamental en la creación de Reales Fábricas en numerosos campos aunque también apoyó a algunos empresarios privados.



En relación con el desarrollo de la industria española, Felipe V creó la [Real Fábrica de Tapices](#) en 1791, en Madrid y Fernando VI la continuó, pero será Carlos III quien le dio el mayor apoyo a su desarrollo apoyándose para su dirección en importantes arquitectos ([Francesco Sabatini](#), [Francisco Bayeu](#) y [Mariano Salvador Maella](#)) y contratando a jóvenes artistas españoles, entre ellos a [Francisco de Goya](#), como pintor de cartones (1775-1792).

Durante el reinado de [Carlos III](#) España tuvo un gran desarrollo. Además de fundar numerosas industrias manufactureras y de crear monumentos importantes, que todavía se conservan, también liberalizó parcialmente el comercio exterior, suprimiendo en 1778 la [Casa de la Contratación](#) que había centralizado todo el comercio con el Nuevo Mundo, permitiendo así la creación de compañías internacionales.



La industria textil tuvo un importante desarrollo. Fueron creadas numerosas y variadas Fábricas Reales instaladas en distintas ciudades y regiones que se especializaron según el tipo de producto, de materiales o de forma de producción (de Sedas; de Paños; de Hilados y Tejidos de Algodón; de Lencería; de Mantelería; de Hules, etc.)

También se desarrolló una industria de Cerámicas y Porcelanas, con la [Real Fábrica de Porcelana de China](#) en Madrid – de muy alta calidad de productos, que podían competir internacionalmente con los que tenían Francia e Inglaterra – y que quizás por eso fue destruida en una guerra con los ingleses. Esta fábrica creada por Carlos III siguió el modelo italiano, ya que él había impulsado una fábrica similar en Capodimonte cuando

⁹² <http://www.historiasiglo20.org/HE/8.htm>

fue rey de Nápoles. De allí trajo artesanos especializados, el instrumental necesario y materiales apropiados. También se fundó la [Real Fábrica de Loza y Porcelana](#). Para la fabricación de armas se fundaron varias fábricas: la [Real Fábrica de Artillería](#); la [Real Fábrica de Armas en Toledo](#), especializada en la fabricación de espadas, en lo que ya tenía experiencia en la fabricación de alta calidad; la [Real Fábrica de Pólvora](#); la [Real Fábrica de Cañones](#); la [Real Fábrica de Armas y Municiones](#) y Armas Portátiles y otras más. Estas fábricas representan la primera industria siderúrgica e industria armamentística en España. Aprovechaban los recursos mineros y el trabajo sobre metales para producir elementos de artillería y munición. Es conveniente reconocer lo que había significado ya en el siglo XV el uso de las armas y la pólvora, «una revolución tecnológica y una carrera armamentística de las potencias continentales». (Conocerespanablog 2019)

Otra industria, proveniente de los hallazgos en el Nuevo Mundo fue la industria del Tabaco. En 1730 el estado tomó control de la [Real Fábrica de Tabacos](#), creada en Sevilla el año 1620, que tenía el monopolio del comercio en todo el continente europeo. Después se creó otra [Real Fábrica de Tabacos en Madrid](#) y otras más en La Coruña, Cádiz y también en México.

Muy destacada fue la [Real Fábrica de Cristales de la Granja](#), construida por Felipe V en 1727 para abastecer al [Palacio de La Granja](#) de ventanas y espejos. En esta fábrica también se utilizaron técnicos franceses y alemanes para producir otro tipo de vidrios. Adicionalmente vale la pena señalar otras industrias diferentes que se crearon para la fabricación de hojalata, mosaicos y piedras duras, bronce y latón, naipes, platería y máquinas, papeles pintados, relojes, cera, navíos, abanicos, coches, aguardientes, plomo, salitre, sombreros, etc.

La platería española tuvo un auge, que duró hasta el siglo siguiente. Un platero, [Antonio Martínez Barrio](#), que se había formado en el exterior fue decisivo en la creación y el funcionamiento de la [Real Escuela de Platería y Máquinas](#), la cual fue después convertida en Real Fábrica con el apoyo del Rey, obligándole a enseñar a discípulos y a crear las máquinas e ingenios necesarios para su funcionamiento.

El fomento de la manufactura fue una constante de los gobiernos reformistas y de los ilustrados, pero desde un enfoque mercantilista. Se buscaba apoyar la fabricación en el país de los productos importados, para lo cual se tomaron medidas proteccionistas. Muchas veces las facilidades productivas creadas se mantenían más por razones de prestigio que por criterios económicos, porque tenían costos elevados y seguían utilizando técnicas tradicionales, manteniéndose por medio de subsidios de la Real Hacienda, es decir de la Monarquía.

La mayor parte de la producción manufacturera se hacía en talleres artesanales agrupados en gremios, los cuales al mantener el monopolio dificultaron la introducción de innovaciones. Se convirtieron así en un obstáculo para la libertad de fabricación. Este aspecto ha sido criticado por algunos señalando que el desarrollo de fábricas apuntaba al desarrollo de la proletarización de los artesanos.

En 1778 Carlos III firmó el [Reglamento de Libre Comercio](#), culminando el proceso que se había iniciado en 1765, que autorizó el comercio interno entre cinco islas del Caribe y con nueve puertos de la metrópoli, que fue ampliado en 1770 y después en 1778, incluyendo a otras zonas en América y otras ciudades en España.

Debe destacarse la importancia de la [industria textil catalana](#), que fue pionera en España y tuvo posteriormente un papel destacado en la industrialización del país.

Por otra parte la agricultura continuó siendo la principal actividad económica. En el siglo XVIII tuvo importante crecimiento por la introducción de mejoras técnicas, por la

introducción de nuevos cultivos (maíz, patatas – provenientes de ultramar) y por ampliación de la superficie cultivada incorporando tierras marginales. Aunque siempre hubo voces denunciando el atraso agrario, los gobiernos reformistas no se atrevieron a tomar medidas. Las principales razones de este atraso se atribuyen al «[mayorazgo de la nobleza](#)» o a la falta de explotación de las tierras poseídas por la Iglesia («[amortizadas](#)» o «[manos muertas](#)») y que las rentas que producían no se reinvertían en el campo sino que se usaban para sufragar los enormes gastos de la nobleza. El excedente que quedaba en manos de quienes cultivaban era escaso, impidiéndole la introducción de mejoras que ayudasen a mejorar la competitividad. El siglo XVIII fue un periodo de recuperación económica, pero ésta fue desigual territorialmente. Se comprendió la necesidad de realizar reformas en la agricultura, que estaba muy atrasada y se comenzó a hablar de desamortización, es decir, de eliminación de los grandes mayorazgos en manos de la Nobleza y de la apropiación de las tierras no utilizadas que poseía la Iglesia, pero la negativa del Clero y de la Nobleza impidió que se tomaran esas medidas. (Pérez 2019)

«A mediados del siglo el papel de la Corona se hace primario, los gobernantes ilustrados quieren una ciencia experimental, ligada al desarrollo económico». (Pi Corrales 2003). Aparecieron cambios políticos y económicos, se promovieron manufacturas, mejoras agrícolas, comercio ágil. Los científicos se convirtieron en técnicos al servicio del Estado. Los Borbones impulsaron el desarrollo de las universidades, y se racionalizaron las academias militares. La reforma de las universidades atendió a que no habían contribuido al desarrollo de los nuevos conceptos de la ciencia porque hubo oposición de los claustros y miedo a la contaminación ideológica. La mayoría de los científicos desarrollaban sus actividades profesionales y científicas fuera de las universidades, lo que deja ver que la ciencia estaba al margen de ellas.

Pi Corrales (2003) detalla las características del avance de las ciencias en la dinastía de los Borbones y a continuación haremos un resumen de sus aportes.

La nueva dinastía mostró disposición y favoreció el fomento de las ciencias y las artes, se permitió que estudiantes salieran a formarse en los grandes centros docentes europeos. También promocionaron que especialistas europeos llegasen a España para que formaran a los científicos españoles. Los Borbones crearon un clima favorable a la aceptación de las ciencias. Crearon academias y sociedades científicas, al igual que sucedió en otros países de Europa. Se crearon gabinetes, jardines, museos, observatorios astronómicos, colecciones de plantas, animales y piedras. En América también se crearon instituciones científicas.

En el siglo XVIII se fundaron la [Real Academia de la Lengua Española](#), la [Real Academia de la Historia](#), la [Biblioteca Real](#), el [Jardín Botánico de Madrid](#) y otras instituciones en diferentes ciudades. Sin embargo no se creó una Academia General de Ciencias como ocurrió en Inglaterra y en Francia, a pesar de que se hicieron varios intentos. Es en Barcelona en 1764 donde se crea por primera vez en España una Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, cambiando su nombre en 1770 por el de Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona⁹³. También surgieron las [Reales Sociedades Económicas de Amigos del País](#), preocupadas por la difusión de las «ciencias útiles» y el desarrollo económico, que se fueron creando en distintas ciudades, grandes y pequeñas, e inclusive en los territorios ultramarinos. Otra iniciativa fue la creación de los [Reales Colegios de Cirugía](#), que aunque tuvieron una relación con las universidades estuvieron más relacionadas con otras instituciones y formaron a los

⁹³ <https://www.racab.cat/es/academia/historia>

alumnos, con profesores de calidad, nacionales o extranjeros, en los supuestos de la nueva ciencia. «Sobresale igualmente la instauración de un movimiento académico reflejado en Academias como la [Real Academia de Buenas Letras](#) (1773), la [Real Academia de Medicina](#) o la [Real Academia de Bellas Artes](#) (1759) y la difusión de bibliotecas, librerías e imprentas»⁹⁴

Según Pérez (2019) el interés por la educación y el progreso científico se concretó en la creación de nuevas instituciones de enseñanza secundaria, de enseñanza superior y en la reforma de las Universidades y de los Colegios Mayores. El desarrollo de las ciencias experimentales fue importante: en Biología, en Astronomía y Cartografía, y en Medicina.

La publicación de libros fue destacable. Se editaron libros profesionales para especialistas, habiendo una elevada cantidad de traducciones y muchas obras españolas, diccionarios, enciclopedias, pero también libros con redacción atractiva para personas cultivadas, no especializadas. Así se fueron dando a conocer las novedades científicas. También se publicaron ediciones destinadas al público juvenil e infantil.

En el campo técnico también hubo una intensa producción literaria. Existió una abundancia de artificios, ingenios, inventos, fabricación de instrumentos y laboratorios de experimentación. Para su producción y manejo se desarrolló la enseñanza técnica, proveniente de la aplicación y puesta en práctica de los conocimientos científicos. En distintas áreas (minería, mecánica) se fueron creando escuelas para la formación en las técnicas. En este siglo se despertó en España el gran entusiasmo científico y técnico de la época, dando lugar a ingeniosos inventos, algunos de los cuales fueron ideas que no se llevaron a la práctica en España, pero que más adelante fueron desarrolladas en otros países de Europa.

Las Academias Militares son las que ejercitaron los conocimientos científicos. El primer [Observatorio Astronómico](#) surgió como una parte de la [Compañía y Academia de Guardias Marinas en Cádiz](#) (1717). Ahí se formó [Jorge Juan](#), uno de los científicos más prestigiosos de España, quien junto a [Antonio de Ulloa](#) participaron en la expedición a Perú, organizada por los franceses, para [medir un arco de meridiano terrestre](#).

«En este siglo la técnica y las ciencias experimentales tuvieron un singular protagonismo, la unión entre ciencia y técnica fue una realidad particular en la que la ciencia aplicada puso de manifiesto cuanto había avanzado el hombre». (Pi Corrales 2003)

Los Borbones se ocuparon de la conservación de los territorios de ultramar, amenazados por las ambiciones de otros países, la piratería y el contrabando, que atacaban los barcos mercantes y los asentamientos. Eso les llevó a la creación de una fuerza naval y a la construcción de puertos bien fortificados –apostaderos– ubicados convenientemente y dotados de todos los medios para apoyar a las fuerzas navales, para reprimir el contrabando y para la vigilancia y defensa de las costas. Eso significó importantes desarrollos en la ingeniería naval, para la construcción de buques y en la arquitectura e ingeniería para el desarrollo de las técnicas de diseño, cálculo y construcción de las fortificaciones, así como en otras técnicas militares, como la artillería, para la fabricación de armamento naval y terrestre, (Terrón 2003)

Por otra parte la Corona fomentó las expediciones científicas para el descubrimiento de las nuevas tierras. Se organizaron cerca de 60 expediciones a América y Filipinas, con la finalidad de contener la expansión geográfica de los países enemigos, delimitar los espacios coloniales, conocer mejor los territorios, utilizar mejor los recursos coloniales.

⁹⁴ [Las reformas borbónicas – Identidad e Imagen de Andalucía en la Edad Moderna \(ual.es\)](#)

(Martínez 2003). Algunas de esas expediciones estuvieron orientadas a la botánica y la historia natural, motivadas por el interés en desarrollar nuevas disciplinas científicas. Además, los conocimientos que se aportaron sobre animales, vegetales y minerales suministraron abundante información de las virtudes medicinales, usos industriales y aplicaciones comerciales. Es de lamentar que, a pesar de tener resultados de cierta relevancia su impacto en la comunidad científica fue muy limitado ya que muchos se quedaron inéditos debido a la situación política de España.

Una encuesta realizada a 22 universidades en 1789 sobre el estado de la universidad indicaba que la disciplina predominante en todas ellas era la teología, seguida por leyes y cánones (en 17), artes (en 16), medicina en (15) y sólo matemáticas (en 5) y física (en 3). En Barcelona se crea la primera Academia de Ciencias. (Pi Corrales 2003)

Con los Borbones la Ilustración en España sigue los pasos de la Ilustración Europea (espíritu crítico, fe en la razón, confianza en la ciencia, afán didáctico). Los ilustrados fueron una minoría culta formada por nobles, funcionarios, burgueses y clérigos que se interesaron por la reforma y reactivación de la economía por medio de las ciencias útiles y la mejora del sistema educativo. Tuvieron también interés por las nuevas políticas liberales y aunque no apoyaron planteamientos revolucionarios chocaron con la Iglesia y la Aristocracia. La mayoría del país, pese a sus afanes siguió apegada a los valores tradicionales. (Pérez 2019)

En el último cuarto de siglo se decidió incrementar la explotación colonial para aumentar la rentabilidad de las colonias. Se introdujeron importantes reformas, que significaron un mayor control administrativo que en la Colonia excluía a los criollos de la administración, lo cual fue creando movimientos de propuestas de estos. En 1767 fueron expulsados los jesuitas⁹⁵. En Perú en 1780-1781 surgió la primera revuelta iniciada por los criollos pero que pronto se convirtió en una rebelión indígena, que fue reprimida duramente. La revolución francesa creó luchas entre la nobleza y la burguesía. Las ideas francesas se persiguieron, incluyendo las ideas científicas. Después, a principios del siglo XIX, se produjo la invasión francesa y se desarrolló el movimiento independentista de las colonias americanas.

Puede verse que en este siglo España tuvo una gran actividad científico-técnica. El contacto con Europa facilitó estos desarrollos pero a finales de siglo se fue deteriorando el imperio y hubo cambios políticos y choques ideológicos que afectaron los avances que se venían dando.

12.2.El arte español en el siglo XVIII

El análisis del arte español en el siglo XVIII⁹⁶ debe tomar en cuenta que a finales del siglo XVII la pintura española decayó con la muerte de los más notables artistas del barroco y la falta de una pujante escuela nacional.

⁹⁵ El edicto de expulsión (La Pragmática Sanción) no aclara los motivos de la expulsión. «Pese a su imprecisión el decreto parece acusar a los jesuitas de perturbar el orden público, de manera que aparecen condenados como enemigos políticos».

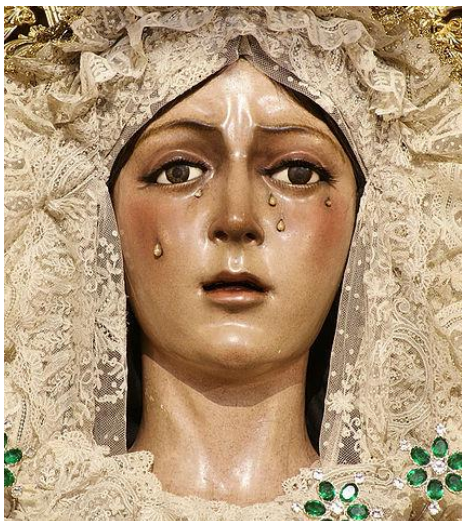
https://www.cervantesvirtual.com/portales/expulsion_jesuitas/expulsion_espana/#:~:text=La%20Compa%C3%B1%C3%ADa%20de%20Jes%C3%BAAs%20fue,en%201609%2C%20o%20incluso%20m%C3%A1s.

⁹⁶ <https://www.historiadelarte.us/rococo-y-neoclasico/escultura-y-pintura-en-espana-del-siglo-xviii/>
<https://www.investigart.com/2014/11/06/retratos-y-retraticos/>

<https://arte.laguia2000.com/pintura/la-pintura-espanola-en-el-siglo-xviii>

<https://www.artehistoria.com/es/contexto/introducci%C3%B3n-al-siglo-xviii-en-espa%C3%B1a>

<https://www.artespana.com/borbones.htm>



Cuando comenzó en España la dinastía borbónica, se mantuvieron las tradiciones artísticas españolas de la época de los Austrias, la imaginería y las tallas religiosas. En la primera mitad del siglo XVIII hubo una fecunda labor barroca en Córdoba y Sevilla, muy original, del tallista [Pedro Duque y Cornejo](#) (1678-1757), y en Barcelona [Antonio Viladomat](#) (1678-1755) quien mantuvo una escuela de pintura, teniendo muchos discípulos destacados. En Granada la imaginería estuvo en el taller de los Mora relacionado con el de [Pedro de Mena](#) (1628-1688). En Valencia trabajó [Ignacio Vergara](#) (1715-1776), excelente imaginero y escultor. También en Murcia destacó [Francisco Salzillo](#) (1707-1783), excelente

imaginero. Pero el arte cortesano había decaído y [el barroco español](#) se vio interrumpido por los aires procedentes de Europa, aunque pervivieron, como se ha mencionado, algunas prácticas artísticas heredadas. En la primera mitad del siglo hubo en España pintores dentro de la tradición barroca del siglo anterior pero no se vieron favorecidos con la llegada de la nueva dinastía, que impuso una política centralista también en las Bellas Artes. La falta de buenos artistas y el origen europeo de los nuevos reyes llevó a estos a buscar y llamar a pintores y escultores extranjeros.

En Europa, y progresivamente también en España, el estilo característico del siglo XVIII fue muy diferente al del siglo anterior. En la primera mitad de este siglo el estilo barroco, muy recargado en lo decorativo, evolucionó y predominó el estilo rococó, un estilo ornamental, exuberante, proveniente del arte alemán pero que tuvo como principales promotores a los imaginativos ornamentistas franceses. Los artistas buscaron nuevas fuentes de inspiración fijándose en las formas más caprichosas de la naturaleza, que expresaban el sentimentalismo del que hacía gala la aristocracia de la época. Triunfó sobre todo en Francia, pero también en Alemania, Italia y España, siendo la cerámica el medio más adecuado para transmitir sus valores artísticos y morales.

El primer Borbón, [Felipe V](#) nació en Francia y estuvo casado con la italiana [Isabel de Farnesio](#), ambos ajenos al gusto español del momento. Quizás por eso estuvieron muy influidos por el [Palacio de Versalles](#) y los [Jardines de Versalles](#).

Felipe V empleó a algunos pintores españoles durante los primeros años y después recurrió a pintores franceses. Con [Fernando VI](#) los pintores de la corte fueron los italianos. En pintura se contrataron artistas franceses e italianos respectivamente para retratos y para la decoración al fresco de las residencias regias. En escultura también se recurrió a escultores extranjeros para trabajar en los sitios reales temas alegóricos y mitológicos en mármol.

En general las obras patrocinadas por los Borbones fueron realizadas por arquitectos italianos y gran número de pintores italianos y franceses. Estos fueron desarrollando artistas españoles en el contacto de trabajo y como discípulos.

[Felipe V](#) (1683-1746), rey de España entre 1700 y 1746 hizo llamar a destacados artistas franceses para fijar la imagen de la nueva dinastía y engalanar las residencias reales con pinturas. Estuvieron en España [Antoine Watteau](#) (1648-1721), [Michel-Ange Houasse](#) (1680-1730), [Jean Ranc](#) (1674-1735), [Louis Michel van Loo](#) (1707-1771) que introdujeron las últimas tendencias francesas. Estos tres últimos estuvieron en España varios años y cubrieron las necesidades de la corte borbónica con retratos, mitologías,

alegorías y escenas costumbristas. Estos artistas formaron a pintores españoles. También se incorporaron artistas italianos para la pintura al fresco. Fernando VI fundó, reorganizó y puso en funcionamiento en 1757 la [Real Academia de Bellas Artes de San Fernando](#), que ya estaba prevista por Felipe V desde 1744, de ahí su nombre. Esa Academia fue de corte clasicista. La dirigió inicialmente [Ventura Rodríguez](#) (1717-1785) y otros arquitectos españoles formados junto a los extranjeros. Ahí se formaron importantes escultores españoles que formaron a discípulos españoles, entre los que destacó [Manuel Francisco Álvarez de la Peña](#) (1727-1797), quien en la época de [Carlos III](#) creó la parte escultórica de la [Fuente de Apolo](#) del Prado en Madrid. Muchos pintores trabajaron en la ornamentación de las residencias reales. Carlos III llamó a su servicio a [Anton Raphael Mengs](#) a quien había conocido cuando era rey de Nápoles. Mengs llegó a España en 1761. Fue un retratista con enorme influencia a quien, entre otras obras, Carlos III le encargó la decoración del [Palacio Real de Madrid](#), llegando también a ser el primer pintor de cámara. Mengs tuvo un importante papel y un gran apoyo del rey. Además de sus trabajos tuvo como discípulos a muchos jóvenes españoles, de los cuales algunos fueron muy importantes. El rey presionó a artistas españoles para que fueran a Italia a formarse, acompañados de Mengs. También invitó a [Giambattista Tiepolo](#) (1697-1770), artista de gran prestigio en Venecia, quien recibió un encargo de los reyes de España y llegó a Madrid en 1762, con sus hijos que eran también pintores, quedándose en España hasta su muerte en 1770. Hizo frescos importantes en las salas del Palacio Real de Madrid y otras localizaciones. Tiepolo fue el último representante del barroquismo y también hizo pinturas al fresco para el Palacio Real.



Figura 23. Fresco de Tiepolo en la bóveda del Salón del Trono del Palacio Real.

Fuente: @PatrimNacional

En pintura, como en otras artes, los Borbones se rodearon de artistas extranjeros pero los españoles también tuvieron importantes desarrollos. Destacaron [Luis Meléndez](#) –o Menéndez- (1716-1790), cuyo tío era pintor de cámara, que viajó a Italia y pudo conocer las obras de los grandes maestros. Entró en palacio como ilustrador de libros para la Real Capilla, trabajó también como retratista y pintando bodegones. [Luis Paret y Alcázar](#) (1746-1799) destacó por su originalidad decorativa y por las delicadezas del rococó. Otros dos pintores destacados fueron [Antonio González Velázquez](#) (1723-1794) y [Andrés de la Calleja](#) (1705-1785), pintores de cámara y de cartones para tapices. También los hermanos Bayeu, [Francisco Bayeu](#) (1734-1795) y [Ramón Bayeu](#) (1746-1793). Francisco fue llamado a Madrid por Mengs para la decoración del Palacio Real y en 1767 fue nombrado pintor de la corte por Carlos III. Fue cuñado de [Francisco de](#)

[Goya](#) (1746-1828) y fue director de la Academia de Bellas Artes, centrando su interés en la decoración de las residencias reales y dedicándose al retrato en los últimos años. Ramón se inclinó por las escenas populares y fue proveedor de cartones para la fábrica de tapices de Santa Bárbara, pintando personajes y grupos de gran realismo.

En la escultura cortesana en mármol también prevalecieron los extranjeros a través de la enseñanza de la Real Academia de San Fernando.

La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando regulaba la creación artística de la corte con la finalidad de enaltecer la figura de la corona a través de la renovación y el embellecimiento de la ciudad por medio de las bellas artes.

En la segunda mitad del siglo XVIII, en pintura, en Europa y en España, el estilo preponderante fue el neoclásico. En él predomina la proporción, la pureza de líneas en lugar del artificio ornamental del barroco. El gusto borbónico se basó en una disposición ordenada y clara de la arquitectura. Importantes obras fueron el [Palacio Real de la Granja](#) de San Ildefonso y la reconstrucción del [Palacio Real de Madrid](#), tras el incendio de 1734. Ambos fueron dirigidos por arquitectos italianos. También tuvo lugar la remodelación y reconstrucción del [Palacio Real de Aranjuez](#), que había sido construido por Juan de Herrera cuando Felipe II.

Otra obra muy conocida fue la [Puerta de Alcalá](#) en Madrid, construida por [Francisco Sabatini](#) (1721-1797), quien llegó a España contratado por Carlos III para que atendiera grandes encargos reales. Carlos III, que era rey de Nápoles como Carlos VI, provenía de Italia para que se encargara del reino de España a la muerte sin hijos de Fernando VI. Francisco Sabatini fue nombrado Maestro Mayor de las Obras Reales y se desempeñó en toda su vida, muriendo en 1797. Gracias a la confianza del rey fue relevante en el ambiente cortesano madrileño. Formado en el barroco más clasicista se fue orientando al neoclasicismo. Sucedió a [Juan Bautista Sacchetti](#) (1690-1764) para rematar el [Palacio Real de Madrid](#), hizo la [Puerta de Alcalá](#), completó la [Real basílica de San Francisco el Grande](#) y el [Real Jardín Botánico](#) en el Paseo del Prado y trabajó en la remodelación de la [Plaza Mayor de Madrid](#), junto a [Juan de Villanueva](#) (1739-1811), además de trabajar en otras obras.

A la llegada de la Casa de Borbón en 1700, tras la muerte de Carlos II, la pintura en España había entrado en una época de lento pero inexorable declive. En el Siglo XVIII hubo una escasez de pintores, lo que hace que Goya y en menor medida Bayeu y Maella sean considerados figuras excepcionales. (Jordán 2002)

Carlos III favoreció, el desarrollo de la escuela española de pintura, favoreció y tomó a su cargo a jóvenes pintores españoles, [Francisco Bayeu](#) (1734-1795), [Mariano Salvador Maella](#) (1739-1819) quienes junto con Goya fueron los pintores más sobresalientes del siglo XVIII español.

Francisco Bayeu llega a Madrid en 1763 reclamado por Mengs y a la muerte de éste fue quien lideró la pintura española.

[Mariano Salvador Maella](#) (1739-1819) fue también un protegido de Mengs que colaboró con la [Real Fábrica de Tapices](#) y llegó a ser pintor de cámara y el primer pintor de cámara con [Carlos IV](#) (1748-1819), compartiendo el puesto con Goya.

Muchos de los pintores españoles fueron a Italia a conocer y formarse. Carlos IV desde que era príncipe se distinguió como ávido coleccionista de pintura. La colección de pinturas en esta época se extendió a clases sociales distintas a las reales. Carlos IV hizo encargos a pintores españoles como [Luis Meléndez](#) (1716-1780) y a [Mariano Ramón Sánchez](#) (1740-1822).

En regiones diferentes a Madrid también surgieron artistas de cierto interés. Algunos fueron discípulos de Mengs. Zaragoza dio dos grandes pintores, Francisco Bayeu Y

Goya, que fueron pronto aceptados en la corte, otras zonas como Aragón y Valencia también tuvieron pintores interesantes y Academias de Bellas Artes.

El más grande, [Francisco de Goya y Lucientes](#) (1746-1828) se formó en Zaragoza en el taller de [José Luzán](#) (1710-1785) y fue a Italia como tantos otros jóvenes pintores españoles. En 1775 decide establecerse en Madrid, protegido por su cuñado Francisco Bayeu que ya era pintor de cámara. Comienza pintando cartones costumbristas para la Real Fábrica de Tapices de Santa Bárbara, algunos de los cuales son muy conocidos. En 1770 ingresa a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. El [Conde de Floridablanca](#) (1728-1808), político y secretario de estado de Carlos IV, le da un fuerte impulso siendo nombrado por el rey pintor de cámara y en diez años primer pintor de cámara, junto a Maella. En 1792 ya sordo Goya, hace la serie de cuadros «[El capricho y la invención no tienen ensanches](#)».

Tal como plantea Mosquera (2014), en España en la segunda mitad del siglo XVIII tuvo auge el retrato, como afirmación de la individualidad, como signo de modernidad, la apariencia para mostrar el gusto por las novedades y lo extranjero, lo que ocurría en París. El retrato se valorará en todos los medios artísticos y se extiende a todos los grupos de la sociedad. El retrato en lienzo, de cierto tamaño ya era importante, así como el llamado retrato de faltriquera, retratos íntimos que se podían llevar y que tuvieron su apogeo en las cortes barrocas. En el siglo XVIII se popularizó el retrato a pequeña escala y la miniatura, que incluyó también pintura religiosa. Fueron un regalo muy apetecido, muchas veces formaba parte de diferentes tipos de joyas. Aunque este género tuvo una producción menor que otros, la pintura en miniatura tuvo una época de esplendor y muchos pintores españoles participaron en este tipo de género artístico. Otro género que tuvo desarrollo en el siglo XVIII fue el grabado.

Aunque ciertos autores como [Antonio Ponz](#) (1725-1792), el mismo Anton Raphael Mengs y otros descalificaron y/o desconocieron el arte español del siglo XVIII, debe decirse que se destacaron Ventura Rodríguez, Tiépolo y las obras juveniles de Goya, quien a comienzos del siglo XIX ya era considerado el mejor pintor de España y a juicio de la reina [María Luisa de Parma](#) (1751-1819) el mejor de Europa.

Importantes pensadores consideran que España conoció en el siglo XVIII las aventuras de los otros países europeos y que una serie de grandes titanes aislados hicieron posible que no se rompiera la continuidad de la civilización española.

12.3. La música con los Borbones

En el siglo XVIII, en Europa, la música se transformó, aunque a principios de siglo se parte con la concepción barroca del siglo anterior y mucha de la música era religiosa. La música instrumental gana terreno, se mejoraron los instrumentos y el gusto por la música de danza creció.

En la primera mitad del XVIII español en la música cabe citar como autores destacados a [Sebastián Durón](#) (1660-1716), [José de Torres](#) (1665-1738), [Francisco Valls](#) (1671-1747), [Antonio de Literes](#) (1673-1747), [Pedro Rabassa](#) (1683-1767), [Juan Francés de Iribarren](#) (1699-1767) y [José de Nebra](#) (1702-1768).⁹⁷

A mitad de siglo se desarrolló el «estilo galante», precursor del clasicismo que imperó a finales del siglo. También se dieron cambios en la función del músico. A principios de siglo el músico trabajaba «a cuenta de», realizaba música por encargo, como fue el caso de Haydn. A finales de siglo el músico comienza a trabajar por su cuenta. Viena centralizó las novedades musicales de Europa: Haydn, Mozart, Beethoven y muchos

⁹⁷[https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica del Barroco en Espa%C3%B1a#M%C3%BAsica religiosa en el siglo XVII](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica_del_Barroco_en_Espa%C3%B1a#M%C3%BAsica religiosa en el siglo XVII)

más. En Italia destacan Scarlatti, Vivaldi, Pergolesi, Corelli, Boccherini. Es el paso de la música clásica a la música romántica en el siglo XIX⁹⁸. En este siglo en Europa el número de músicos de primera fue muy grande, son muchos los que hoy día son muy interpretados regularmente, cuyos nombres y producción puede verse en el enlace que se refiere aquí⁹⁹.

Martín (2015) en la reseña que hace del importante libro de Leza (La música en España en el siglo XVIII) señala que este autor explica que España no contó en este siglo con compositores con la fuerza que mostraron en otras regiones, aunque se tuvieron figuras de gran relevancia (Literes, Nebra, Durón, Scarlatti y Boccherini, entre otros). Estos no tuvieron la continuidad que tuvieron los europeos porque actuaron por períodos, como hicieron los italianos que llegaron a España cuando ya eran famosos en Italia. Algunos se quedaron en España, como Scarlatti y Boccherini y otros se regresaron. Martín hace una reflexión muy válida no sólo para la historia de la música, que es necesario comentar, sobre todo porque la información que he podido acceder por Internet siempre es más limitada que la que se puede conseguir en libros escritos por especialistas.

Martín considera que una historia de la música no debe concentrarse solo en los grandes héroes, que debería incluir la discusión incluyendo a los organizadores, interpretes, instituciones, mecenas, formas de producción y difusión; debería tratarse como proceso, no fijarse tan sólo en los productos y en los productores; que también debería reconocer la ideología, los prejuicios históricos y estéticos que la alimentan.

Estos comentarios están muy en la onda de cómo se ha enfocado este trabajo, en la medida de las posibilidades que ha dado la información encontrada en Internet.

González (2004) hace una muy completa narración del papel de los Borbones en la música en la España del siglo XVIII. Recordemos que los Borbones fueron una nueva dinastía, que sucedió a los Austrias y que llegó a España a principios del siglo XVIII. Los Borbones tuvieron una gran afición por la música, incrementando notablemente la actividad musical de la Capilla Real, primera institución musical del país. A su llegada propiciaron que muchos de los mejores músicos europeos fueran a España e hicieran ahí su carrera, entre ellos [Giacomo Facco](#) (1676-1753), [Doménico Scarlatti](#) (1685-1757), [Luigi Boccherini](#) (1743-1805) (los tres hicieron carrera y murieron en España). Debe mencionarse la larga presencia e importancia que tuvo en España el famoso cantante [Farinelli](#) (1705-1782). Estos músicos actuaron como instrumentistas, en música de cámara y como profesores de músicos españoles que siguieron sus enseñanzas y las tendencias melódicas importadas.

La primera esposa de [Felipe V](#) (1683-1746) – el primer Borbón-, [María Luisa Gabriela de Saboya](#) (1688-1714) promovió el afrancesamiento de la música española y tuvo a su servicio personal a varios músicos, [Diego Xaraba y Bruna](#) (1652-1716) y [Santiago de Murcia](#) (1673-1739), pero la segunda esposa de Felipe V, la princesa italiana [Isabel de Farnesio](#) cambió los gustos por lo francés y contrató a numerosos músicos italianos en la primera mitad del siglo XVIII, entre ellos al famoso cantante «castrato» [Carlo Broschi \(Farinelli\)](#).

Farinelli fue contratado para que le cantara al rey Felipe V para sacarle de su melancolía y depresión. Fue tanta la admiración que consiguió del rey que fue contratado en 1737 para que se quedara en España, a su servicio. Siendo así hasta la muerte de [Fernando VI](#) (1713-1759) en 1759 cuando Farinelli se retiró y regresó a Italia.

⁹⁸ <https://fuentemusica.blogspot.com/2010/03/la-musica-del-siglo-xviii.html>

⁹⁹ https://soclassiq.com/es/1%C3%ADnea_de_tiempo_m%C3%BAsica_cl%C3%A1sica/Los_compositores_de_m%C3%BAsica_cl%C3%A1sica_del_siglo_XVIII/ts/18/

La esposa de Fernando VI, [María Bárbara de Braganza](#) (1711-1758), muy culta y muy aficionada a la música, alumna del clavecinista Scarlatti, lo contrató y llevó a España, donde hizo carrera hasta su muerte en 1757. Fernando VI contó con un maestro de música excepcional, [Sebastián de Albero](#) (1722-1758), primer organista de la Capilla Real, quien fue considerado como uno de los maestros españoles del clavicordio más importantes del siglo XVIII.

Con [Carlos III](#) (1716-1788) la gran afición de la casa real por la música continua. Él, construyó en el Escorial la «[Casita del Infante](#)» para su hijo, donde se celebraban conciertos de música de cámara. El hijo, Don Gabriel de Borbón, inteligente y de gran cultura, recibió clases de clavecín de [José de Nebra](#) y del Padre [Jerónimo Antonio Soler Ramos \(el Padre Soler\)](#), quien escribió más de 400 piezas de diferentes estilos: religioso, teatral, de cámara, entre los cuales hay seis conciertos para dos órganos, sonatas para tecla, quintetos, 130 villancicos, 81 piezas religiosas, etc.

[Luigi Boccherini](#) (1743-1805) llegó a España en 1768 y trabajó en la corte borbónica, falleciendo en Madrid en 1805. Tiene también una producción de más de 500 obras. A los señalados hay que agregar a muchos otros músicos italianos, franceses y españoles que trabajaron y produjeron en España, como se ha mencionado, apoyados y financiados por los reyes y la corte.

El intelectual venezolano Emilio Figueredo (2022), director de la página web «[analítica.com](#)» destaca «los grandes valores de la música que se produjeron en España en el siglo XVIII y que, en gran medida, influenciaron a los compositores de música académica y también popular en sus colonias y en particular en Venezuela». Cita a tres compositores españoles importantes: José de Nebra, Mateo Albéniz y el Padre Soler, añadiendo también a Doménico Scarlatti. Curiosamente en la página de [analítica.com](#) «<https://www.analitica.com/entretenimiento/musica/los-compositores-de-espana-en-el-siglo-xviii/>» presenta una colección de piezas musicales de esos autores, de gran belleza.

La mayoría de las referencias encontradas se refieren sobre todo a la música cortesana, pero Pedrosa (2006) se queja de que históricamente los españoles han despreciado las canciones que se cantan en pueblos y ciudades considerándolas como algo trivial, a diferencia de lo que otros países europeos han hecho. Según él los Borbones rechazaron «todo lo que oliese a popular y folclórico», llegando inclusive a la prohibición de representar entremeses (año 1780), o como hizo Carlos III de prohibir cantar y bailar en fiestas como las de mayo y San Juan, o como la prohibición en Vizcaya, en el año 1746, de las fiestas de tamboril por San Juan, así como otros casos semejantes en otras ciudades. Este autor señala que los intelectuales ilustrados censuraron muchas veces las costumbres festivas del pueblo y se declararon decididos partidarios de su estricta regulación. Esos comportamientos repercutieron en la publicación de cancioneros, que fueron abundantes en los siglos anteriores.

En menor escala sin embargo en el teatro se mantuvieron a veces las canciones, en zarzuelas y tonadillas, pero sin mucha fuerza. Los compositores españoles se plegaron al patrón italiano aunque en algunos autores se encuentran rasgos de casticismo y el mismo Scarlatti, en sus obras manifiesta influencias de la música española. Se menciona también que debe considerarse que mucha información sobre esta etapa se perdió en los incendios y quemas, del Palacio Real de Madrid en 1734 y del conservatorio madrileño, y más adelante del teatro Santa Cruz en Barcelona y los archivos musicales de Montserrat y de otros monasterios durante las guerras napoleónicas, perdiéndose el patrimonio instrumental de la música de los siglos XVII y XVIII¹⁰⁰. [.u](#)

¹⁰⁰ <https://histoclasica.blogspot.com/2014/04/musica-espanola-sigloXVIII.html>

Capítulo 13. España en el siglo XIX

13. La situación político económica en España en el siglo XIX

En el siglo XVIII sucedieron importantes eventos que cambiaron las formas de organización de la sociedad: la consolidación de la reforma protestante, la revolución francesa, la revolución en América del Norte, la profundización de la revolución científica, la revolución industrial, la pérdida de las colonias españolas de ultramar.

Cronología siglo XIX español

Invasión francesa (1801-1807)
Guerra de independencia (1808-1812)
Constitución de Cádiz (1812)
Vuelta de Fernando VII (1814)
Trienio liberal (1820-23)
Guerra realista (1822-1823)
La década ominosa (1823-1833)
Regencia de María Cristina (1833-1841)
Nueva constitución (1837)
Revolución liberal (1841-1843)
Década moderada (1844-1854)
Bienio progresista (1854-56)
Unión Liberal (1856-1868)
Sexenio revolucionario (1868-1873)
Amadeo de Saboya (1870)
Primera república (1873-74)
Restauración borbónica (1874)
Nueva constitución (1876)

La revolución industrial con la producción de máquinas fue cambiando las formas de trabajo, produciendo cambios importantes en el uso de la mano de obra y su desplazamiento por la automatización de procesos. Esto creó importantes conflictos entre los propietarios y los trabajadores, quienes se fueron organizando siguiendo los planteamientos de nuevas teorías políticas y económicas para defender sus condiciones de vida. Se fueron creando sindicatos, y partidos políticos para que los trabajadores ejercieran sus fuerzas socialmente, mediante protestas y otras formas de conflicto.

La revolución francesa significó un desafío a la forma de organización monárquica, favoreciendo la república como organización del Estado. En España la invasión de Napoleón generó la guerra de la Independencia. Las influencias ideológicas de los nuevos enfoques europeos, la maduración de la revolución científica y el desarrollo de la revolución industrial originaron el predominio de una burguesía industrial y la organización de los trabajadores.

A finales del siglo XIX la guerra con Estados Unidos llevó a la pérdida definitiva de las

colonias de ultramar, es decir la completa desaparición del imperio. Los poderes imperiales ya iban decayendo, pues desde los primeros años se fueron independizando las colonias americanas hasta perderlos totalmente a fin de siglo.

En este siglo, en España, fueron frecuentes los conflictos políticos y sociales y en ellos los militares tuvieron un papel clave, normalmente ejerciendo la represión y otras veces forzando cambios en la dirección del Estado. Se fueron creando dos bandos políticos con enfoques diferentes. Por un lado los liberales, que trataban de incorporar los conceptos, conocimientos y formas de organización de los países europeos, siguiendo, copiando o adaptando lo que se iba haciendo en ellos; por otro lado, los conservadores, defendiendo sus intereses y poderes, siempre en un juego para obtener el poder.

En fin, ante todas las situaciones que van ocurriendo en Europa y Estados Unidos, el siglo XIX en España está caracterizado por una gran inestabilidad política que tendrá efectos importantes en el desarrollo de la ciencia y la técnica españolas. Los principales rasgos del devenir del siglo XIX se presentan en los libros de historia diferenciando los principales períodos. Para revisar el desarrollo político de España en este siglo se utilizará el

(s.f.) enriquecido

El siglo XVIII

[Guerra de la](#)

derivada del
españoles y los
militarmente,

Termina esa

y después se

Napoleón, quien

alianza militar

Inglaterra, que

motín contra el

que conduce a su

IV en su hijo

hombres a

pero que enseguida controlaron el país. Napoleón impone a su hermano José como Rey de España, pero una sublevación popular lleva a España a luchar contra los franceses en una [Guerra de la Independencia](#) (1808-1814).

En 1810 [Las Cortes se reúnen en Cádiz](#) y reconocen la legitimidad de Fernando VII, promulgando en 1812 el primer texto constitucional español – [La Constitución de 1812](#)

-. Ésta ha tenido una gran importancia histórica por haber sido la primera constitución promulgada en España y por ser una de las más liberales de su tiempo. Duró sólo dos años, al regresar Fernando VII al poder fue abolida y éste inició un período absolutista.

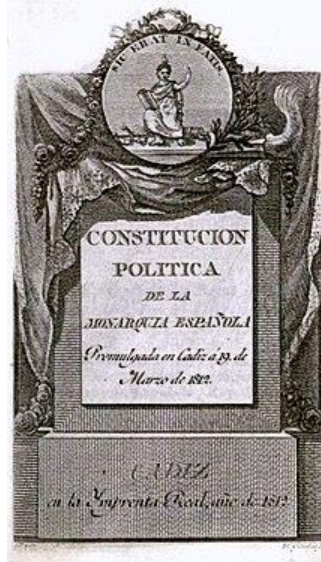
Después fue vuelta a aprobar en varias oportunidades. La Constitución de 1812, o Constitución de Cádiz, establecía la soberanía en la Nación, (no en el rey), se aprobaba la monarquía constitucional, la separación de poderes, el sufragio universal masculino indirecto, la libertad de imprenta, la libertad de industria, el derecho de propiedad.

También estableció la igualdad entre peninsulares y americanos, eliminando los virreinos y estableciéndolos como provincias. También finalizó la Inquisición.

España, con apoyo inglés, derrota finalmente a las fuerzas francesas y el rey José huye.

En 1814, retoma el gobierno Fernando VII, de forma absolutista, aboliendo la Constitución de 1812, de Cádiz.

Fernando VII gobernó entre 1808 y 1833. En el período inicial desde 1814 hasta 1820, cuando gobernó de forma absolutista, hubo conflictos entre la nobleza y la iglesia. El comandante [Rafael de Riego](#) hizo un pronunciamiento de los militares que obligó a Fernando VII a jurar la Constitución de Cádiz. Riego se presenta para ser elegido diputado y en 1822 es elegido presidente de las Cortes, comenzando un período conocido como el [Trienio Liberal](#) (1820-1823) en el que se toman medidas liberales, como la eliminación de los mayorazgos y señoríos, se abolió la Inquisición, se expulsó a los jesuitas, se creó un [Reglamento de Instrucción Pública](#) y un nuevo Código Penal. Mientras tanto la situación económica no era buena, las deudas crecían, hubo un boicot europeo y todo eso obligó a aumentar la carga fiscal, creando malestar en muchos grupos.



documento [Cronología del siglo XIX](#)

con planteamientos de otros autores.

había terminado con una guerra, la

[Convención o del Rosellón](#) (1793-1795),

pacto de ayuda militar que los reyes
franceses habían firmado para ayudarse
ante la revolución francesa en 1792.

guerra con la firma del tratado de Basilea

firma el tratado de San Ildefonso con

en 1801 involucra a España en una

contra Portugal, para enfrentar a

duró hasta 1807. En 1808 estalla un

valido Godoy que propuso ese pacto, y

destitución y a la abdicación de Carlos

Fernando. Napoleón envía 24.000

España, supuestamente como aliados,

Este periodo revolucionario desencadena una [reacción realista](#) y la ocupación de España por el ejército francés de los [Cien Mil Hijos de San Luis](#), que atraviesan los Pirineos el 7 de abril de 1823. El 30 de septiembre de 1823 el rey Fernando VII era «liberado» de su «cautiverio» y al día siguiente abolía la [Constitución de 1812](#) y restauraba la monarquía absolutista.

Fernando VII no había tenido hijos de sus dos primeros matrimonios, situación que inquietaba por no tener como descendencia un hombre que pudiera heredar el trono. Eso le llevó a derogar la [Ley Sálica](#), que impedía que una mujer o sus descendientes llegasen al trono, aprobando una Ley, [la Pragmática Sanción](#), que lo permitía. La Ley Sálica había sido establecida por Felipe V con el objetivo de evitar que pudiera regresar la Dinastía Habsburgo a la dirección de España. Cuando murió Fernando VII su tercera esposa estaba encinta y dio a luz una niña. Ese nacimiento y la ley aprobada anulaba la pretensión de su hermano Carlos a sucederle, dando origen a un movimiento a favor de Carlos. A la muerte de Fernando VII su esposa [María Cristina de Borbón](#) quedó como regente (1833-1843) hasta que su hija fuese mayor de edad. La no aceptación de Carlos llevó a una guerra civil, [la Primera Guerra Carlista](#) (1833-1840). Durante todo el período de la regencia hubo problemas: quema de conventos, incendios de fábricas, ejecución de varios obreros; conflictos que estuvieron promovidos políticamente basándose en las dificultades económicas de los trabajadores.

En 1836 el Ministro de Hacienda, [Juan Álvarez Mendizábal](#), político de ideas liberales, vinculado a la masonería, que había apoyado el levantamiento de Rafael Riego en 1820, para aliviar la delicada situación financiera, inició la «desamortización contra los bienes de la Iglesia», obligándola a vender sus propiedades. Esta medida produjo conflictos y la Regente destituyó a Mendizábal. Unas nuevas Cortes proclaman una nueva [constitución en 1837](#).

Entre 1834 y 1874 se dio un periodo de expansión del capitalismo industrial en Europa. En España se inició la industrialización con la recuperación de la industria textil en Cataluña y Andalucía por medio de la mecanización de algunas empresas. También se desarrolla la industria vinícola de Jerez y la siderurgia andaluza y asturiana. La siderúrgica fue muy modesta comparada con la de los países más avanzados de Europa. En parte porque se permitió la importación de material ferroviario extranjero. Según Jordi Nadal (1978) el desarrollo ferroviario no impulsó la industrialización porque fue monopolizado por capitales extranjeros, importándose todos los materiales.

En 1840 termina la Primera Guerra Carlista y una [revuelta del general Espartero](#) obliga a la Regente a huir, iniciándose un gobierno dictatorial. Espartero fue una figura fundamental del liberalismo político español durante la mitad del siglo XIX, En 1841 se proclama Regente pero existen pronunciamientos contra él. Hay huelgas, intervenciones del ejército, un alzamiento en Cataluña con un bombardeo de Barcelona, hay una severa represión, huelga de mineros en Andalucía. Así que en 1843 Espartero tiene que huir. Todo el siglo XIX está plagado de revueltas militares, huelgas, conflictos con los trabajadores. Las organizaciones que estos van creando, influenciados por grupos marxistas y sobre todo anarquistas, se enfrentan a una naciente burguesía y son reprimidas con violencia. Hay una gran inestabilidad política y social. Tres grupos se disputan el poder, los liberales, los moderados y los conservadores. También van apareciendo grupos republicanos, demócratas. Los gobiernos van cambiando en periodos de pocos años, los líderes son sobre todo militares que llegan al poder por frecuentes pronunciamientos, revueltas y alzamientos. Muchas de las veces los dirigentes son asesinados. Va también apareciendo una lucha entre las corrientes centralistas y los regionalismos y entre la burguesía naciente y los trabajadores. Siguen también las confrontaciones armadas, entre ellas la guerra Carlista.

Cuando [Isabel II](#) llega a la mayoría de edad es proclamada reina. Se abre un período denominado la [Década Moderada](#) (1844-1854). En esos años los liberales conservadores del [partido Moderado](#) manejan el poder de manera exclusiva, pero no con plena paz pues hay pronunciamientos y disturbios. Las desamortizaciones se interrumpieron durante este período. El partido moderado en el poder aprueba la [constitución de 1845](#). De 1846 a 1849 se desarrolla una [segunda Guerra Carlista](#) debido a la fracasada boda de Isabel II con Carlos Luis, hijo de Carlos VI. Este período termina con una revolución ([la Vicalvarada](#)), cerca de Madrid y una sublevación en Barcelona.

Comienza un nuevo período denominado el [Bienio Progresista](#) (1854–1856), en el que se establece el gobierno de los liberales (coalición de progresistas y moderados, con exclusión de los demócratas). En este tiempo se destacó [la desamortización de Madoz](#), que fue una «desamortización total», ya que nacionalizó y puso en venta los bienes del clero, tanto regular como secular y los bienes del estado, obligando a los ayuntamientos a poner en venta los bienes «de propios» y «comunales». Así se ayudaba a los terratenientes y la burguesía agraria favorables al régimen liberal y al desarrollo económico, dedicando el dinero obtenido a la expansión del ferrocarril. De nuevo ocurrieron desórdenes, motines y levantamientos.

En 1856 el gobierno del general Espartero convocó a elecciones a Cortes Constituyentes en las que se discutió y aprobó el texto de una nueva [constitución de 1856](#), pero que no llegó a ser promulgada a causa del golpe contrarrevolucionario de O'Donnell. Le sigue un período denominado [Republicanismos](#) (1856-1868), en el cual hay regularmente un cambio de poder entre dos importantes líderes [Leopoldo O'Donnell](#) y [Ramón María Narváez](#). En estos años comienza la guerra en África, hay una insurrección democrática, conspiraciones republicanas, levantamientos estudiantiles brutalmente reprimidos y movimientos revolucionarios fracasados en Barcelona, Valencia y Aragón. Los movimientos obreros y el anarquismo van aumentando su influencia.

En 1857 se aprueba la Ley de Instrucción Pública o [Ley Moyano](#) que ordena y centraliza la instrucción pública de toda la nación. La Ley Moyano estableció una organización de la educación que se mantuvo hasta finales del siglo XX con algunas variaciones. Significaba convertir la instrucción en universal, obligatoria (en su grado elemental) y gratuita. Incluía también un plan de creación de escuelas. Se asignaba incumbencia a los ayuntamientos o Provincias para el sostenimiento de las escuelas e institutos y el pago de los sueldos de los maestros. Se creaba una Junta de Instrucción Pública en cada provincia para vigilar la buena administración de los fondos y promover mejoras. Esta ley duró hasta 1875 en que el Ministro de Fomento Manuel Orovio emitió la llamada Circular Orovio contradiciendo los principios establecidos en la Ley Moyano, pero que en 1881, con un nuevo gobierno fue derogada.

Una grave crisis financiera y económica, de la industria textil catalana, la carestía de productos básicos y el crecimiento del paro, crearon condiciones sociales explosivas. La situación llevó a un pacto entre progresistas y demócratas por iniciativa del [General Juan Prim](#), con la finalidad de derribar a la monarquía. El 18 de septiembre de 1868, el almirante de la flota de Cádiz, [Juan Bautista Topete](#), de acuerdo con Prim y con [Serrano](#), se sublevó haciendo un pronunciamiento para exigir orden y sufragio universal para la regeneración social y política. Con el avance de la revolución por toda España, la reina Isabel II se exiló a Francia. Se formó entonces un gobierno provisional presidido por el general Serrano. [La Revolución, denominada La Gloriosa](#), tuvo un apoyo entusiasta de la burguesía, de las clases ciudadanas y del campesinado. Se pretendió eliminar los obstáculos para ir hacia una sociedad plenamente burguesa.

Entre 1866 y 1868 ocurre una crisis económica general, bursátil y de la industria textil. En 1868 se dio inicio al [Sexenio Democrático o Revolucionario](#) (1868-1874), que fue el primer intento de establecer en España un régimen político democrático. En él se constituye el Partido Republicano. Tras el triunfo de la Revolución de 1868, que puso fin al reinado de Isabel II, bajo el gobierno provisional (1868-1871), se hacen elecciones para Cortes Constituyentes y se establece una nueva [Constitución en 1869](#), de inspiración progresista. Se establece un régimen monárquico parlamentario y ante la falta de rey se busca uno, evitando a los herederos de las ramas Carlista e Isabelina. Se llega a un acuerdo con la Casa de Saboya. Se nombra a [Amadeo de Saboya](#), con Serrano como Regente. Esta constitución de 1869 estuvo vigente durante el reinado de Amadeo I y fue abolida en 1874.

La Asamblea Nacional asumió el poder a la renuncia de Amadeo I. Dada la fuga de Isabel II las Cortes proclaman [la Primera República Española](#) (1873-1874). Se preparó un proyecto, la [Constitución Federal de 1873](#), redactada principalmente por Emilio Castelar, que no llegó a ser aprobada por las Cortes. En ella se proponía una organización Federal, muy al estilo de los Estados Unidos, con lo que se buscaba una solución a la cuestión territorial. Incluía el reconocimiento de la libertad de cultos y la abolición de los títulos nobiliarios, más otros derechos planteados en la constitución de 1869. La Primera República Española duró tan solo un año, hasta el 29 de diciembre de 1874 y en ese período hubo cuatro presidentes. La Primera República enfrentó muchas tensiones políticas y sociales, numerosos levantamientos, la [tercera guerra Carlista](#), [las sublevaciones cantonales](#)¹⁰¹ derivadas del enfoque federal que se proponía lograr. La constitución propuesta era muy avanzada pero nunca tuvo efecto, además de proponer un estado federal, proponía también la separación de poderes, la abolición de la esclavitud y de los títulos nobiliarios, la libertad de cultos.

En Barcelona hubo un intento de proclamar un estado catalán y en distintas zonas de España existieron revueltas obreras, insurrecciones y alzamientos. En el año que duró la república hubo cuatro presidentes y con la dimisión del último, [Emilio Castelar](#), quien actuó dictatorialmente, el general [Manuel Pavía](#) dio un golpe de estado, disolvió las Cortes y nombró presidente al General [Francisco Serrano](#).

Entre 1872 y 1876 hubo una nueva guerra Carlista, que terminó con la derrota definitiva del Carlismo. Durante la dictadura del General Serrano en 1874 el ejército, la Iglesia y las clases altas y medias propusieron la restauración de la monarquía nombrando rey a [Alfonso XII](#), hijo de Isabel II. [Antonio Cánovas del Castillo](#) fue fundamental en la preparación de este nombramiento y diseñó un sistema de alternancia en el gobierno de los dos partidos dinásticos, [el Partido Liberal- Conservador](#), liderado por él y el [Partido Liberal](#) liderado por [Práxedes Mateo Sagasta](#). Con este acuerdo se buscaba proteger [la Restauración Monárquica](#). La vida política de España giró alrededor de estos dos partidos durante varias décadas. Las bases sociales y políticas estaban basadas en el clientelismo, con relaciones de patronazgo a cambio de fidelidad y el caciquismo a nivel de los pueblos.

[La Constitución de 1876](#) fue la base formal del régimen político de la Restauración Borbónica. Estuvo vigente hasta el golpe de Estado de Primo de Rivera en 1923. En relación con el siempre candente tema religioso esta constitución estableció el carácter confesional (católico) del Estado pero tolerando a las demás religiones y permitiendo el culto privado. Se aprobó como forma de gobierno la Monarquía constitucional, con el rey como verdadero eje de la vida política, no el Parlamento.

¹⁰¹ Los cantones eran territorios que querían ser independientes y tener su propia legislación

El acuerdo ente Cánovas y Sagasta hizo que el general [Arsenio Martínez Campos](#) diera un golpe militar proclamando rey a Alfonso XII quien reinó desde 1874 hasta 1885. En una primera etapa con un gobierno duro de Cánovas y después de 1881 con un gobierno del Partido Liberal de Sagasta. Este último dictó leyes económicas liberales, favoreció la libertad de expresión y de reunión.

Alfonso XII se mantuvo siempre dentro de las normas constitucionales, a pesar de que tuvo dos atentados anarquistas de los que salió ileso. Se casó en 1878 con María Mercedes de Orleans, pero ésta murió cinco meses después de su boda, por lo que Alfonso XII se casó nuevamente, con [Ma. Cristina de Habsburgo](#), con la que tuvo dos hijas. En 1885 muere pero su esposa estaba encinta y dio a luz un varón que fue nombrado rey, [Alfonso XIII](#). Su madre, María Cristina, quedó como regente hasta que tuviese la mayoría de edad, hasta 1902. El gobierno se le dio al partido liberal, con [Práxedes Mateo-Sagasta](#) a la cabeza, manteniendo el régimen de alternancia bipartidista.

En 1879 se crea el [Partido Socialista Obrero Español \(PSOE\)](#) en la clandestinidad y después públicamente en 1888. Durante la regencia de María Cristina ocurrieron desórdenes, una [sublevación republicana en Madrid](#). Continúa el malestar social y económico en el campo y en la ciudad, así como agitación y crisis en los centros industriales y agrícolas. En los últimos años del siglo XIX se establece una [guerra con los Estados Unidos](#), defendiendo sus últimas colonias en ultramar, Cuba, Puerto Rico y Filipinas, que termina perdiendo. España sufre entonces una crisis de conciencia y pesimismo, pero sus problemas más graves eran internos.

España era un país pobre y atrasado, centrado en la agricultura, analfabeto, en el que la educación estaba en manos de la iglesia. La universidad era mediocre, el desarrollo industrial era incipiente e hizo aparecer un proletariado muy influido por los enfoques anarquistas. Durante la regencia de María Cristina surgieron de nuevo los regionalismos y se agravó la tensión entre centralistas y autonomistas. El periodo de auge económico que hubo entre 1876 y 1886 se terminó, produciéndose una crisis inflacionaria y una disminución del comercio exterior. Todo esto repercutió en una crisis social por el gran aumento del paro, una crisis política contra el caciquismo y una crisis militar por la pérdida de las colonias de ultramar y del imperio como resultado de la guerra con Estados Unidos. Estos problemas se completaron con el asesinato de Cánovas por un anarquista en 1897.

[La crisis de 1898](#) fue una crisis total. Para enfrentarse a todos los problemas apareció un movimiento de intelectuales «[Regeneracionistas](#)» con [Joaquín Costa](#) a la cabeza y otros que proponían superar el sistema instaurado por la «[Restauración](#)». Se llama [regeneracionismo](#) a la heterogénea corriente ideológica que, a caballo entre los [siglos XIX y XX](#), reflexiona sobre la [nación española](#) e intenta poner remedio a la «[decadencia de España](#)» especialmente tras el enorme impacto del «[desastre del 98](#)». Conviene, sin embargo, diferenciarlo de la llamada «[generación del 98](#)», con la que se lo suele confundir, ya que, si bien ambos movimientos expresan el mismo juicio pesimista sobre España, los regeneracionistas lo hacen de una forma menos subjetiva y algo más documentada y práctica, mientras que la generación de 1898 lo hace en forma más literaria, subjetiva y artística.

Para comprender mejor la realidad social conviene echar un vistazo a la demografía española en el siglo XIX. Debe reconocerse que España estaba realmente en una etapa pre-industrial. Tenía altas tasas de natalidad y mortalidad que daban como resultado una esperanza de vida muy baja, así como la emigración de mucha gente a las colonias americanas y el crecimiento de la población urbana en las principales ciudades. En el censo de 1860 había 6,8 millones de personas activas, en una población de 15,6

millones de habitantes. Desde el punto de vista del empleo, la agricultura era la que empleaba mayor mano de obra, 2,3 millones de jornaleros y 1,5 millones de propietarios agrícolas, o sea más de la mitad, un 56% de la población activa. El sector secundario sólo empleaba al 12% de la población activa, de la cual 150.000 personas eran proletarios, mientras que 670.000 eran en su mayoría artesanos (carpinteros, herreros, zapateros, etc.). En el sector terciario 330.000 eran pequeños comerciantes o tenderos, 70.000 grandes comerciantes, 100.000 en profesiones liberales (abogados, sirvientes, veterinarios), 210.000 militares, 270.000 pobres de solemnidad. (Pérez 2019)

El siglo XIX estuvo sujeto a muy variados conflictos, con grupos políticos contrapuestos. Mientras que en el resto de Europa sucedían importantes transformaciones económicas y organizativas cuya información llegaba a España, ésta no tuvo capacidad para asumirlas positivamente. Por el contrario su sistema económico siguió estando atrasado. En la educación y en el ambiente cultural hubo avances importantes, que fueron impedidos, pero que dieron origen a grupos modernistas y a organizaciones fuera del sistema, que más adelante tuvieron importantes repercusiones en el sistema científico-tecnológico español.

Sin embargo, [a finales del siglo XIX y principios del XX hay un cierto desarrollo económico](#). El sector bancario está en manos de españoles, se desarrolla la siderúrgica del país vasco y la fabricación de vagones de trenes y buques de hierro y acero. Se instalan plantas de generación eléctrica y hay un desarrollo de la industria naval, así como de abonos químicos. Otra industria es la papelera, dedicada a la fabricación mecánica de papel, que llegó a tener a fines del siglo XIX unas 100 pequeñas empresas, que más adelante se asociaron. La minería tuvo también desarrollo (pirita, plomo, mercurio, cobre, hierro, carbón), pero fue cedida a compañías extranjeras (inglesas, francesas, alemanas, belgas). Una industria química andaluza, a fines del siglo XIX, produjo abonos químicos a partir de ácido sulfúrico proveniente de las piritas. Hubo otras industrias para la fabricación de explosivos para la minería, las obras públicas y el ejército, y productos relacionados con ellos. También hubo fábricas de producción de lozas y de fundición de metales.

13.1.Ciencia y tecnología en España en el siglo XIX

«Este siglo XIX es... uno de los períodos más apasionantes para el historiador de las ciencias». «En él ocurren cambios fundamentales en las relaciones de poder entre las distintas fuerzas sociales» (Ortiz 1984)

La revolución científica fue estabilizando el trabajo profesional de los que se dedicaban a la ciencia y a la técnica, que fueron imponiéndose a los aficionados e interesados, y que fueron trabajando en lugares apropiados a sus trabajos, en coordinación con otros científicos (Ortiz 1984).



En este siglo, poco a poco, en Europa, el científico profesional se va imponiendo a los aficionados e interesados, comienzan a trabajar en áreas de trabajo comunes y en coordinación con otros científicos. Las universidades son también un lugar de trabajo y comienzan a incorporar materias como la matemática. Se producen tensiones entre la ciencia y la técnica y la utilidad relativa del saber científico, considerado por muchos como una palanca transformadora de la economía y una promesa de bienestar. Se espera que el científico difunda su saber, los adelantos de la ciencia, para hacerlos más accesibles a las clases medias. La carrera política será una tentación para el científico en este período,

para hacerse oír a niveles más altos y para no estar ausente en las decisiones (Ortiz 1984).

El desarrollo en ciencia y técnica en este siglo XIX en España no puede desligarse de las circunstancias y las confrontaciones políticas, y del desarrollo industrial. Hay que considerar también los aspectos económicos y la educación. Sin pretender hacer análisis detallados se tratará de relacionar el desarrollo industrial y el de la ciencia con los vaivenes políticos en este siglo. Como en muchas de las cuestiones sobre el desarrollo español siempre aparecen dos tendencias contrapuestas. Un grupo de autores plantea que la industrialización de España en el siglo XIX fue un fracaso, otros prefieren hablar de retraso y lo mismo sucede con el desarrollo de la ciencia. No nos plegaremos a ninguna de esas tendencias, simplemente se explorarán algunos hechos destacables. En primer lugar hay que establecer que existieron importantes diferencias entre el desarrollo de la ciencia en el siglo XVIII y el siglo XIX en España. Durante la segunda mitad del siglo XVIII los Borbones favorecieron la creación de cierto ambiente favorable al estudio y desarrollo de las ciencias, entre otras las de las matemáticas. Como resultado, diversas instituciones participaron en esas actividades, no así las universidades. Los enfoques en la segunda mitad del siglo XVIII y en la mitad del siglo XIX fueron distintos. En el siglo XVIII se desarrollaron esfuerzos para alcanzar el nivel científico de Francia e Inglaterra por parte de los sectores ilustrados de la clase gobernante de España. En el siglo XIX el uso que se hizo de la historia de las publicaciones fue principalmente erudito e informativo. En el campo de las matemáticas existían distintas concepciones y distinto nivel de conocimientos de las metodologías para el aprendizaje y exposición de la matemática. Garma (1980)

La guerra de independencia, contra las fuerzas de Napoleón y después el reinado de Fernando VII acabaron con las promesas científicas que se tenían al comienzo del siglo XIX. Disminuyó el número de personas dedicadas a actividades científicas y se cerraron instituciones. La libertad de pensamiento quedó sometida a la aceptación de prejuicios sociales y científicos. Según Roldan (2010, p.188), como consecuencia de que en España no haya tenido lugar una revolución industrial ni una revolución política y que su historia intelectual haya sido deformada por el conservadurismo y la censura, se ha impedido que los españoles hayan conocido y se hayan beneficiado de sus pensadores. El devenir económico y social del país no se benefició de sus aportes y conocimientos y al ser excluidos los estudiosos de los foros de conocimiento y de posiciones influyentes se tuvieron que exiliar a Francia e Inglaterra. En la primera mitad del siglo XIX hubo dos etapas de emigración, en la que numerosos intelectuales, altos funcionarios, literatos, profesionales y hombres de ciencia emigraron.

Tal como se ha mostrado, la situación político-económica de España en el siglo XIX estuvo caracterizada por frecuentes conflictos políticos y sociales, por una gran inestabilidad política. Primero la guerra de independencia paralizó lo que venía avanzándose en el siglo XVIII en el desarrollo de la ciencia y la técnica. Después el gobierno absolutista de Fernando VII espantó a los intelectuales. La Constitución de 1812 fue un faro de esperanza, pero duró muy poco tiempo, fue suprimida y volvió a renacer y a desaparecer nuevamente. Aunque surgieron iniciativas positivas, de carácter liberal, progresistas, al mismo tiempo se expulsó a los jesuitas, alejando a personas bien preparadas, valiosas intelectualmente. Hubo nuevas guerras, las carlistas, durante la primera mitad del siglo XIX. Se mantuvo la confrontación de los políticos con las clases poderosas, el clero y la nobleza, por la desamortización de las tierras. Buscando mejorar la situación se aprobó una nueva constitución en 1837 y se inició la industrialización. En fin, breves períodos de cambios políticos en los cuales hubo fuertes cambios de enfoque y poder entre progresistas y tradicionalistas. Fue una época de revoluciones,

golpes militares, búsqueda de la democracia, sublevaciones regionales, nuevas guerras, el desarrollo de una burguesía y la organización política de los trabajadores. Como resultados, al final del siglo, la pérdida definitiva del imperio de ultramar y un país pobre y atrasado. Complejo panorama para el desarrollo de la ciencia, de la industria y de una sana economía. Como en muchos aspectos de la vida española, sobre si hubo o no desarrollo de la ciencia y la técnica en este siglo, surgen enfoques contrapuestos que hacen difícil explicar que con toda esa situación tan inestable y contradictoria. A fines de siglo aparecieron figuras tan importantes como [Santiago Ramón y Cajal](#), médico que obtuvo el Premio Nobel en medicina en 1906, [José Echegaray](#), Premio Nobel de Literatura en 1904, el filósofo de fama mundial, [José Ortega y Gasset](#), y muchos otros en diferentes disciplinas, que tuvieron un importante desarrollo en los primeros años del siglo XX.

Sin embargo, sabemos hoy que nunca se rompió el hilo conductor de la ciencia española, que, a trancas y barrancas, mantenía sus vinculaciones con un bagaje cultural y científico sedimentado por las civilizaciones que han conformado nuestro país y que se relacionaba también con los avances de la ciencia y la cultura europea en cada época. (Garma 1980, 5)

Aunque se repite el tópico de que no hubo ciencia en el siglo XIX en España, Leandro Sequeiros (en Ortiz 1984) destaca como muestra que el nivel de la geología española fue reconocido por los geólogos franceses contratados por el gobierno español para el diseño del Mapa Geológico Nacional. Por su parte Mariano Hormigón en Ortiz (1984) señala que en el siglo XIX en España hubo un desarrollo de la burguesía industrial y a su lado un aumento cuantitativo y cualitativo del hecho científico. También que al comparar indicadores del estado de la ciencia a comienzos de 1900 con los de 1800 es evidente que hubo un nivel superior en todos los campos de la actividad científica. Antoni Roca (en Ortiz 1984) destaca también que desde el siglo XVIII, el XIX e inclusive principios del XX, en España se observa que existieron procesos industrializadores para modernizar el país y consolidar el mercado nacional. En el siglo XIX en Europa las ciencias se fueron insertando regularmente en la enseñanza universitaria, pero en España con mayor dificultad y tardanza. Las distintas disciplinas se asociaron a diferentes carreras, así botánica y química se unieron a medicina y física experimental a artes. Las ciencias también se enseñaron en otras instituciones separadas de las universidades, las cuales se dedicaron más al derecho, la filosofía y otras humanidades. Las Academias militares fueron claves en la enseñanza de las ciencias, pero también los Jardines Botánicos, Seminarios, Museos de Ciencia, Reales Colegios de Cirugía. (Peset, 1981)

En 1875, al iniciarse la «Restauración», Cánovas entrega la cartera de Fomento a [Manuel Orovio](#), representante del sector más intransigente de la Iglesia española. Orovio emite una circular con una concepción distinta de la libertad de enseñanza, afirmando un Estado confesional con exclusión de la tolerancia y la libertad de cátedra, afirmando el principio monárquico junto con el principio religioso y amenazando con levantar un expediente a cualquier profesor que no «reconociera el régimen establecido o explicara contra él». Como consecuencia una parte del profesorado reaccionó contra este decreto. Es lo que se ha bautizado como «la segunda cuestión universitaria». En 1881 al llegar al poder los liberales de Sagasta se derogó [la circular de Orovio](#). Como consecuencia de la circular de Orovio, Un grupo de catedráticos se tuvieron que separar de la Universidad por defender la libertad de cátedra y negarse a ajustar sus enseñanzas a los dogmas oficiales en materia religiosa, política o moral. Algunos fueron

expulsados y otros, por solidaridad, presentaron su dimisión. Este grupo dio origen en 1876 a la [Institución Libre de Enseñanza \(ILE\)](#).

Entre ellos se encontraban [Francisco Giner de los Ríos](#), [Gumersindo de Azcárate](#) y [Nicolás Salmerón](#).



Figura 24. Fundadores de la Institución Libre de Enseñanza.

Fuente: https://museovirtual.csic.es/historia_csic/hh2.htm CSIC

Estos catedráticos prosiguieron su labor educativa al margen del Estado, Desde el punto de vista cultural, con mucho impacto en el arte, la educación y también en las ciencias, fue muy importante el movimiento de los intelectuales que dio origen a La Institución Libre de Enseñanza. La ILE funcionó como un establecimiento educativo privado y laico. Duró funcionando desde 1876 hasta el final de la guerra civil de 1936, fue cerrada en 1940. La ILE se convirtió en el centro de gravedad de toda una época de la cultura española. Canalizó la introducción en España de las más avanzadas teorías pedagógicas y científicas que se estaban desarrollando fuera de las fronteras españolas.

La Institución fue lugar de pensamiento libre, respeto mutuo y de nuevas ideas. En ella se formaron importantes intelectuales españoles. Apoyaron y secundaron el proyecto intelectuales de la talla de: [Joaquín Costa](#), [Leopoldo Alas \(Clarín\)](#), [José Ortega y Gasset](#), [Gregorio Marañón](#), [Ramón Menéndez Pidal](#), [Antonio Machado](#), [Joaquín Sorolla](#), [Augusto González de Linares](#), Claudia Benito, [Santiago Ramón y Cajal](#) o [Federico Rubio](#), entre otras personalidades comprometidas en la renovación educativa, cultural y social. La nómina de colaboradores, según lo testifica el Boletín de la Institución Libre de Enseñanza incluyó a reconocidas personalidades de fama internacional: [Bertrand Russell](#), [Henri Bergson](#), [Charles Darwin](#), [John Dewey](#), [Santiago Ramón y Cajal](#), [Miguel de Unamuno](#), [María Montessori](#), [León Tolstói](#), [H. G. Wells](#), [Rabindranath Tagore](#), [Juan Ramón Jiménez](#), [Gabriela Mistral](#), [Benito Pérez Galdós](#), [Emilia Pardo Bazán](#), [Azorín](#), [Eugenio d'Ors](#), [Ramón Pérez de Ayala](#), etc. ([Fundación Giner](#) y Wikipedia¹⁰²)

Asimismo, se pusieron en marcha institutos asociados a la ILE para la investigación del pasado español, como fue el caso del [Centro de Estudios Históricos](#) fundado en 1910 y dirigido por el fundador de la escuela filológica española, [Ramón Menéndez Pidal](#). Se crearon centros para que las élites artísticas y científicas españolas tuvieran contacto con

102

<https://www.fundacionginer.org/historia.htm#:~:text=La%20Instituci%C3%B3n%20Libre%20de%20Ense%C3%B1anza%20fue%20fundada%20en%201876%20por,los%20dogmas%20oficiales%20en%20materia> y https://ca.wikipedia.org/wiki/Instituci%C3%B3n_Libre_de_Ense%C3%B1anza

las vanguardias europeas. Unos de estos centros, quizás los más conocidos fueron la [Residencia de Estudiantes](#), creada en 1910 y dirigida por [Alberto Jiménez Fraud](#), y la [Junta para Ampliación de Estudios](#), organizada por el institucionalista [José Castillejo](#), creada en 1907.

En paralelo a todos los conflictos políticos y a pesar de la deficiente situación económica general, surgió la «[generación del 98](#)», generación de intelectuales que ante la crisis de 1898 trataron de analizar las causas del «desastre» y propiciar la regeneración de España. Entre ellos los más conocidos son [Miguel de Unamuno](#), [José Martínez Ruiz - «Azorín»-](#), [Pío Baroja](#), [Ramiro de Maeztu](#), [Antonio Machado](#), [Ramón M^a del Valle Inclán](#). Cultivaron géneros variados (ensayo, novela, teatro o poesía). Con diferentes ideologías coincidieron en denunciar el alejamiento entre la política y la vida real del país, y buscar las señas de identidad de España.

Ahora bien ¿de qué manera se vincularon los avances industrializadores con el desarrollo educativo y el desarrollo científico y tecnológico? ¿De qué manera afectaron los cambios políticos estos desarrollos?

Peset (1981) hace una revisión de los cambios que se fueron realizando en la instrucción nacional y el desarrollo de las universidades en relación con ciencia y técnica a lo largo de los distintos gobiernos. Los planes de estudios universitarios entre 1807 y 1900 fueron cambiando según cambiaron los gobiernos, a veces en períodos muy cortos de uno a tres años (pag. 34). Según Peset (1981) «Los liberales van a introducir una enseñanza científica más extendida en las universidades, pero el proceso será largo y lleno de dificultades», sin embargo no parece que los gobiernos liberales percibieron la importancia de los conocimientos científicos.

En la [Constitución de 1812](#) de las Cortes de Cádiz. Se querían «elevar los horizontes de nuestra ciencia» y rescatar las universidades de manos de la Iglesia, pero aunque estaba listo el proyecto, antes de aprobarlo Fernando VII retornó al absolutismo y consolidó los programas de estudios anteriores. La

propuesta de la Constitución de 1812 seguía el modelo francés dejando que las universidades se dedicaran sólo a teología y derecho; las ciencias

y las técnicas se expondrían en Escuelas Especiales: medicina, cirugía y farmacia, veterinaria, agricultura experimental, nobles artes, música, comercio, astronomía y navegación. Las enseñanzas técnicas se enseñarían en la Politécnica con escuelas de aplicación: artillería, ingenieros de minas, canales, puentes y caminos, ingenieros geógrafos, construcción naval. Esta organización se ha mantenido bastante fidedigna en Francia, ha sido el llamado enfoque napoleónico. En Madrid (México y Lima) se crearían

Universidades Centrales con todas las enseñanzas descritas, además de otras, entre ellas: cálculo diferencial, física, mecánica analítica y celeste, óptica, astronomía, zoología, botánica, mineralogía, química, anatomía comparada, fisiología y otras ciencias sociales o literatura. La investigación y la alta enseñanza quedarían en la Universidad Central.

Pero, tal como ya se ha comentado, Fernando VII en 1824 consolidó las viejas facultades y fue en el reinado de Isabel II en 1836 cuando se emprendió la reforma de

Regeneradores

Miguel de Unamuno,

José Martínez Ruiz -
«Azorín»-, Pío Baroja,

Ramiro de Maeztu,

Antonio Machado,

Ramón M^a del Valle Inclán

las universidades. En 1839 el general Espartero asumió la Regencia iniciándose cambios esenciales en las universidades. En 1843, por decreto, se reorganizó la enseñanza sin separar las ciencias de las letras. A la caída de Espartero se reorganizaron parcialmente los estudios de medicina, creándose dos grandes facultades de Medicina: Cirugía y Farmacia, en Madrid y Barcelona. En los otros cinco colegios se impartió una enseñanza más reducida.

A la mayoría de edad de Isabel II los moderados consolidaron esfuerzos progresistas. En 1845 se decretó un plan general de estudios para enseñanza secundaria y superior. Fue el área de la medicina el que tuvo más cambios, creándose distintos niveles. En 1847 se diversificaron los estudios de licenciatura con dos secciones: literatura y filosofía para Letras, y dos secciones: físico-matemáticas y ciencias naturales para las Ciencias, pero faltaron profesores. A fines del reinado de Isabel II se creó una Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, separada de Filosofía y Letras, con tres especialidades en la licenciatura y el doctorado: ciencias físico-matemáticas, ciencias químicas y ciencias naturales.

En todos estos cambios siempre faltaron recursos económicos para la dotación de las instalaciones y la adquisición de equipos, además hubo pocos estudiantes y pocas posibilidades de empleo en las especialidades científicas porque la economía de España era agrícola y subdesarrollada industrialmente. «Conservadores y Liberales no fueron capaces de pactar sobre el modelo de universidad que se pretendía» y la creación de especialidades. De todas maneras hay que reconocer que entre 1884 y 1886 hubo una mejora de los estudios científicos. (Peset 1981, 41)

Unamuno planteó que

Claro está que ninguna persona de peso en el juicio puede contentarse cuando se hable de si hubo o no ciencia española -y aparte de que planteada así la cuestión es, en el fondo, algo que carece de sentido preciso- con que se le citen nombres de autores y de libros. Con catálogos e índices de libros no se resuelve tal problema. Puedo yo presentar la lista de las obras que en un año dado se publicaron en España sobre una rama cualquiera del saber, sea la química, verbigracia, y aun la nota de las tiradas y ediciones que alcanzaron, sin que eso implique que el cultivo de la química era en ese año intenso en nuestra patria. (Garma 1980)

Sin embargo me quedaba la duda de si hubo o no personas que se dedicaron seriamente a la ciencia y a la técnica en España. Para investigarlo consulté [la página de categorías de científicos de España en el signo XIX de Wikipedia](#). Encontré que se indican 21 especialidades donde se dice que existieron científicos españoles. En cada una de ellas se dan los nombres de los científicos de los cuales Wikipedia ofrece información de su vida. Medicina es la especialidad en que tiene mayor número de personas:-doscientas (200), de las cuales en la subcategoría ‘cirugía’ hay veintitrés (23) nombres. La importancia de esa área me llevó a buscar información más directa sobre su situación en ese período, encontrando una referencia en la que se describe la [historia de la medicina en el siglo XIX en España](#), entrando en detalles de su evolución, tanto en la práctica, como en la introducción de métodos importados, la docencia y la investigación. Eso muestra la necesidad que hay de estudiar, rescatar y divulgar ampliamente, mucho más aún que ahora, lo que se ha venido haciendo en España en ciencia y en tecnología, para comprender mejor su proceso de desarrollo y valorar más los logros y las deficiencias. Creo que hay que destacar a una figura cuya clasificación es difícil porque es un personaje polifacético que ha trabajado exitosamente en varias áreas, que a veces se

muestran como distantes. Me refiero a [José Echegaray](#) (1832-1916). Se graduó inicialmente de ingeniero, fue profesor en la Escuela de Ingenieros de Caminos, entre 1854 y 1868, iniciándose como profesor a la edad de 32 años. A lo largo de su vida fue dramaturgo, matemático y político, brillando en todos estos campos. Tuvo además un papel destacado, como dirigente, en la administración y funcionamiento de diferentes asociaciones científicas y culturales. Fue muy respetado por su personalidad y acciones como Ministro de Hacienda (1870-1872) y Ministro de Fomento (1872-1874), volviendo a ser ministro en el siglo XX. Fue también senador vitalicio. En 1904 recibió el Premio Nobel de Literatura, siendo el primer español en obtenerlo. Estrenó 67 obras de teatro, 34 de ellas en verso, con gran éxito entre el público de la época, inclusive en otros países de Europa. En 1896 fue elegido miembro de la [Real Academia Española](#). En su carrera como científico y profesor publicó muchas obras sobre física y matemáticas. En el campo de las matemáticas hizo importantes aportes y tuvo un papel destacado en la introducción en España de los avances de las matemáticas, de su relación con la física y el estímulo para su desarrollo, fundando en 1911 la Real Sociedad Matemática Española. José Echegaray mantuvo una gran actividad hasta su muerte. En la etapa final de su vida escribió más de 25 tomos de Física matemática. No pareció suficiente pero se consideró que no se podía ni debía profundizar en todas las áreas de las ciencias básicas: matemática, física y química, se da el enlace para que los interesados puedan ampliar su visión.

Se preferió ver en más detalle la categoría de '[inventores](#)'. Se encontró en la lista de inventores dos nombres aprendidos en mis estudios de bachillerato en España. Eso animó a conocer una descripción más detallada y ver si habían formado escuela. El primero: Isaac Peral (1851-1895), de quien siempre se ha dicho que era el inventor del submarino. Wikipedia indica que «fue un científico, marino y militar español, teniente de navío de la Armada e inventor del primer submarino torpedero a propulsión eléctrica y plenamente funcional, conocido como el [submarino Peral](#)». También destacó en trabajos y misiones de carácter científico. Escribió un «tratado teórico práctico sobre huracanes», trabajó en el levantamiento de los planos del canal de Simanalés (Filipinas) y en 1883 se hizo cargo de la cátedra de Física-Matemática de la Escuela de Ampliación de Estudios de la Armada». «En 1885, Isaac Peral se consideró en la obligación de comunicar a sus superiores que había resuelto definitivamente el reto de la navegación submarina». (Wikipedia)



Figura 25. Submarino de Isaac Peral.
Fuente: Wikipedia

Gracias al apoyo de la reina regente [María Cristina](#), el submarino fue finalmente botado el 8 de septiembre de 1888. El buque medía 22 m de eslora, 2,76 m de puntal, 2,87 m de manga y desplazaba 77 t en superficie y 85 t en inmersión. La propulsión se obtenía de dos motores eléctricos de 30 caballos cada uno; la energía la suministraba una batería de 613 elementos. Incorporaba además un tubo lanzatorpedos, tres torpedos, [periscopio](#), un sofisticado «aparato de profundidades», que permitía al submarino navegar en

inmersión a la cota de profundidad deseada por su comandante y mantener el trimado¹⁰³. del buque en todo momento, incluso tras el lanzamiento de los torpedos. Y todos los mecanismos necesarios para navegar en inmersión hacia el rumbo prefijado.

(Wikipedia)

No hubo entonces continuación del trabajo, aunque ya se había logrado tener un prototipo que funcionaba y que podría haber dado lugar a un desarrollo definitivo y a una industria naval interesante. Como en todo producto técnico importante los orígenes de los vehículos [submarinos](#) comenzaron mucho tiempo antes. Ya en España se hicieron algunas pruebas en el siglo XVII. Internacionalmente una referencia que se da es sobre el construido en 1620 por [Cornelius Jacobszoon Drebbel](#), un neerlandés al servicio de [Jaime I de Inglaterra](#), aparato que estaba propulsado por medio de remos. «En 1860, el inventor español [Cosme García](#) patentó el primer submarino en España y realizó con éxito las pruebas oficiales en el puerto de Alicante. Por otra parte en el 1881 y 1888, Stefan Drzewiecki, ingeniero, inventor y científico polaco construyó el primer submarino a propulsión eléctrica y humana siendo también el primero que fue producido en serie. Más adelante construyó otro para la Armada Imperial Rusa, construido en San Petersburgo en 1906.

[Cosme García Sáez](#) (1818-1874), como ya se mencionó, fue un ingeniero e inventor, uno de los primeros españoles en desarrollar un [sumergible](#), probado en 1860, poco después del de [Narciso Monturiol](#) (1859) y precediendo al de [Isaac Peral](#) (1888).

[Narciso Monturiol](#) (1819-1885) fue un ingeniero, intelectual, político, pintor e inventor español. El resultado de sus pruebas se recoge en su obra póstuma, Ensayo sobre el arte de navegar por debajo del agua, editado en 1891. Es reconocido, junto con [Cosme García Sáez](#), [Isaac Peral](#) y [Antonio Sanjurjo](#), como pionero de la navegación submarina mundial. Estuvo muy dedicado a la política, fundando en 1847 una imprenta denominada Librería Oriental en [La Rambla](#) de Barcelona, desde la que divulgó los ideales [icarianos](#), en particular a través de la revista La Fraternidad (1847-1848), primera publicación periódica comunista española. La publicación de otro artículo en la Fraternidad le hizo exiliarse.

[Antonio Sanjurjo](#) (1837-1919) fue muy hábil en la mecánica, fundó talleres y un astillero en los que se construyeron máquinas y calderas de vapor. En 1898, con motivo de la guerra entre España y los Estados Unidos, construyó en ocho semanas un ingenio submarino con la finalidad de plantar minas marítimas.

[Isidoro De Cabanyes y Olzinelles](#) (1843-1915) fue otro militar y científico español, proveniente de una familia de alta clase social y rancio abolengo. Conocido por sus investigaciones en el campo de la navegación submarina y en el aprovechamiento de la radiación solar utilizando torres solares. Además de participar como militar en hechos de armas, a menudo solicitaba permisos para crear máquinas, viajar por Europa para conocer adelantos tecnológicos y realizar estudios matemáticos. En 1870 la prensa publica su propuesta de resolución del problema de la trisección gráfica y analítica del ángulo y se adentra en la industria del carbón artificial con una fábrica con maquinaria diseñada por él mismo. Su interés estaba centrado en la electricidad. Su primera patente en 1873 en Francia fue un regulador de aire comprimido. En 1877 un tranvía procesado por esa energía, que fue utilizado en la construcción del Túnel de San Gotardo. Otras patentes fueron para un sistema de alumbrado y calefacción utilizando el gas, más un acumulador y una pila eléctrica. En 1885, junto a Miguel Bonet desarrolló un proyecto de submarino eléctrico, que aunque fue avalado por la Academia de Ciencias, no lo fue por la Dirección de Artillería, que no justificaba la inversión en «gastos ajenos a su

¹⁰³ («Trimar» significa acercar la hélice a la superficie del agua)

objeto» y porque competía directamente con los experimentos de Isaac Peral, avalados por la Marina. La innovación más interesante de este inventor fue el motor aero-solar patentado en 1902, para obtener electricidad en torres de gran altura con turbinas activadas por corrientes de aire calentado por la radiación solar.

En los nombres de inventores presentados en Wikipedia hay otros nombres de hombres y de algunas mujeres. Se destaca también [Eduardo de Mier y Miura](#) (1958-1917), ingeniero, geofísico, sismólogo, geógrafo e inventor español, autor de casi veinte patentes en España. Estableció los fundamentos del Servicio Sismológico de España. Desde 1912 midió el magnetismo de 114 estaciones de España para determinar las curvas [isógonas](#), [isóclinas](#) e [isodinámicas](#). Inventó el [torpedo aéreo](#) (que utilizaron los alemanes en la [I Guerra Mundial](#)) y el [torpedo](#) dirigible desde tierra para defender las costas. Inventó el [gravímetro](#) para cuantificar la gravedad aplicando la [fotografía](#) para la fijación de las referencias. Y como vocal de la Junta del Catastro se encargó con [Manuel del Busto](#) y [Antonio Blanco](#) de redactar una Ley del catastro.

Científico español del siglo XIX, de importancia fundamental como investigador en ciencias básicas es [Leonardo Torres Quevedo](#). El Instituto Leonardo Torres Quevedo, ahora se denomina Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información Leonardo Torres Quevedo – Es un ITEFI, del CSIC.

[Leonardo Torres Quevedo](#) (1852-1936) fue un ingeniero de caminos, matemático e inventor. Prolífico y versátil innovador, fue una figura reputada tanto en España como en el extranjero por sus destacables contribuciones en el ámbito de la mecánica y la matemática aplicada, así como en otras áreas de la ingeniería, incluidos los teleféricos, los dirigibles, el radiocontrol. Su tarea pionera en la automática, conceptual y práctica alcanzó resonancia internacional y sus aparatos han sido citados como precursores de la cibernética, del cálculo analógico y de la informática.

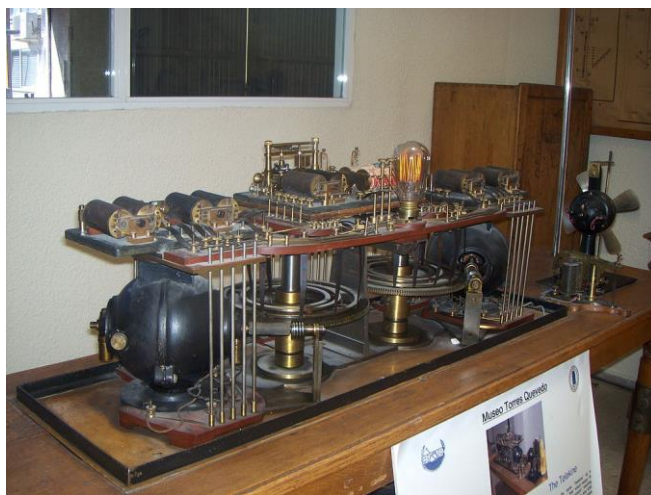


Figura 26. El Telekino de Torres Quevedo.

Fuente: Wikipedia

Torres Quevedo fue pionero en algunos de los campos en que trabajó, como fue con la construcción del Telekino, autómata para control remoto inalámbrico, presentado en 1903 ante la Academia de Ciencias de París. El telekino consistía en un [autómata](#) que ejecutaba órdenes transmitidas mediante ondas hertzianas (;Comunicaciones inalámbricas, tan actuales hoy día!). Con el telekino, Torres Quevedo estableció los principios operacionales del moderno sistema de control remoto inalámbrico y fue un pionero en el campo del mando a distancia o control remoto, hoy tan utilizado en tantas

aplicaciones, empezando por el control remoto para manejar los aparatos de televisión. En 2006 fue reconocido por la [IEEE](#) como hito en la historia de la ingeniería a nivel mundial. Construyó también máquinas analógicas de cálculo, de tipo mecánico, que podían resolver ecuaciones. Entre estas máquinas se destaca [el Ajedrecista](#), considerado como el primer videojuego de la historia. Los trabajos con máquinas automáticas le llevaron a formular lo que más adelante constituiría una nueva rama de la ingeniería, la automática.

En los desarrollos de la automática planteó la teoría de lo que posteriormente será su [aritmómetro](#), una máquina electromecánica capaz de realizar cálculos en forma automática, con un dispositivo de entrada de comandos (una máquina de escribir), una unidad de procesamiento y registros de valores (un sistema de listones, poleas, agujas, escobillas, electroimanes y conmutadores) y un dispositivo de salida (de nuevo una máquina de escribir). Es en definitiva lo que «debería consagrar internacionalmente a nuestro ingeniero como el inventor del primer computador/ordenador en el sentido actual de la historia» (González 2013).

Ortiz-Villajos (1998) da una relación de las patentes entre 1882 y 1935.

13.2.El arte español en el siglo XIX

13.2.1.La pintura en el siglo XIX

La figura de [Francisco de Goya](#) obliga a dedicarse a él y entender su papel y sus circunstancias, así como sus diferencias con el proceso normal de consideración del arte y de las relaciones de los artistas en la sociedad española en la que él vivió. Revisemos brevemente su historia ya que él vivió en un puente entre el siglo XVIII y el XIX. Su



formación y fama inicial se dio ya en el siglo XVIII en el que ya tuvo producciones muy famosas. Otra parte de sus mejores obras se dieron en el siglo XIX. Su estilo fue modificándose a lo largo de su vida y de la evolución de la sociedad de su tiempo.

[Francisco de Goya y Lucientes](#) (1746-1828) inició sus aprendizajes en la pintura a la edad de 12 años en el taller de [José Luzán](#) en Zaragoza. Conoció a los hermanos Bayeu ([Francisco](#), [Manuel](#) y [Ramón](#)) y se casó con una de las hermanas ([Josefa](#)). En el taller de los Bayeu conoció al pintor [Mengs](#), del cual ya hemos hablado. Con el apoyo de estos consiguió trabajo en la [Real Fábrica de Tapices de Santa Bárbara](#) para pintar cartones. En 1780 ingresa en la [Real Academia de Bellas Artes de San Fernando](#) y en 1783 comienza su faceta retratista.

Ocupa el puesto de Director de esa Academia en 1795 y en 1799 fue nombrado primer pintor del rey.



En esa época, hasta fin de siglo pintó numerosos retratos de los nobles. En 1800 se le encargó un cuadro de la familia real de Carlos IV, en la que él, al estilo de Velázquez, aparece pintando, en el fondo, con un estilo diferente al común en el que se exaltaba a los miembros de la realeza, pero que fue aceptado y pagado. En estos años de fin de siglo realizó la serie de grabados «[Los caprichos](#)» de gran fuerza expresiva. A la muerte de Carlos IV le sucede su hijo Fernando VII y éste le mantiene como pintor

de la corte. Cuando [Napoleón](#) nombra a su hermano [José I](#) rey de España, Goya sigue trabajando para éste y pinta a miembros de ese gobierno. Pero su personalidad

rechazaba lo que estaba sucediendo y termina convirtiéndose en una especie de cronista de la guerra. Hace una serie de 82 grabados «[Los desastres de la guerra](#) (1810-1815)» que no se publicaron por ser excesivamente duros. Ahí Goya se expresa sobre la irracionalidad de la guerra, la injusticia y la barbarie.

Los acontecimientos de la represión desatada por el régimen ante la rebelión popular en las fechas del 2 y 3 de mayo de 1808 pinta sus cuadros más famosos ([Levantamiento del dos de mayo](#) y [Los fusilamientos del tres de mayo](#)) en los que muestra la desesperación y el heroísmo, la crueldad, de manera muy intensa.



Figura 27. Goya. Los fusilamientos del 3 de mayo.
Fuente: La Vanguardia

Más adelante entre 1808 y 1812 pinta otra obra «[El coloso](#)» envuelta en una polémica sobre su significado. Terminada la [Guerra de la Independencia](#), al regreso de Fernando VII, Goya sigue siendo pintor de cámara de éste, aunque criticado como afrancesado por haber seguido trabajando para los franceses. Ya envejecido y sordo se retira en 1823 a su casa de campo en Madrid, donde siguió pintando hasta que en 1823 parte hacia Burdeos, a donde huyó perseguido por la Inquisición por el carácter de algunas de sus obras y asqueado por el absolutismo de Fernando VII. (Pérez 2008)

La vida creativa de Goya tuvo tres etapas creativas para algunos¹⁰⁴:

1771-1807: es la inicial de creación de cartones y retratos de nobles y de la realeza, escenas bucólicas al gusto importado de Francia. En esta época Goya pintó también las majas, gitanas vestida y desnuda.

1808-1824: está marcada por la situación política, tiene fuerte afán histórico y crítico destacándose las pinturas sobre la guerra y las pinturas negras.

1824-1828: la época en Burdeos en la que los temas tratados son ambles, situaciones banales de la vida.

Goya asumió un papel muy diferente en sus relaciones con los que se interesaron en sus obras. Por una parte vivió como tantos otros del mecenazgo, la contratación de los reyes

¹⁰⁴ <https://subastareal.es/blog/goya-espíritu-siglo>

y el disfrute tanto para la formación como después para la dirección administrativa de las instituciones creadas por el Estado. Sin embargo, abrió de manera muy amplia e interesante la venta directa de sus obras a los poderosos. Tuvo clientes privados (Lacarra 2020), poderosos mecenas nobles que adquirieron obras de Goya y se las transmitieron a sus descendientes. Entre los nombres de esos nobles destacan Don Luis de Borbón (hijo de Fernando VII) y los Duques de Osuna.

Otro importante cliente fue el ministro [Godoy](#), quien por cierto fue quien le encargó los cuadros de las dos «gitanas», las «majas» [vestida](#) y [desnuda](#), a fines del siglo XVIII y comienzos del XIX, además de retratos y algunas alegorías.



Figura 28. Goya, Las Majas.

Fuente: Wikipedia

Los Duques de Osuna reconocieron pronto la valía de Goya encargándole retratos y lienzos de asuntos pintorescos para su palacete. Hay que resaltar que también le encargaron seis «asuntos de brujas» (Los Caprichos) y otros retratos. También el canciller de Austria en Madrid, el príncipe Alois Wensel von Kaunitz Rietberg encargó su retrato a Goya y otros cuadros bien conocidos.

En este siglo destacó también la difusión de la afición de los particulares, que atesoraron enormes y eclécticas colecciones privadas. El coleccionismo formó parte de la cultura de las clases pudientes del siglo XIX. Muchos personajes estuvieron interesados en las obras de Goya. La fama de sus cuadros, su estilo trágico, su habilidad y el volumen de su producción llamaban la atención de los ricos. Otro ejemplo de esto fue que [el Marqués de Salamanca](#), quien se enriqueció en sectores como el ferrocarril, la construcción y la banca. Éste fue el promotor del ensanche de Madrid, por lo que se creó el famoso ‘barrio Salamanca’. Formó una colección de novecientas pinturas, entre las cuales muchas de gran calidad y por supuesto muchas de Goya. También fueron importantes las colecciones del [Marqués de Cerralbo](#). Otro campo diferente de la pintura, pero también artístico, fue el de las colecciones de ropajes de la familia Fortuny, promovidas sobre todo por [Cecilia de Madrazo](#), esposa del pintor [Mariano Fortuny](#).

A la muerte de Goya, su hijo Javier se encargó de la venta de los cuadros que tenía Goya y así se fue ampliando la difusión de su obra enriqueciendo colecciones privadas. Los variados conflictos políticos existentes en España a lo largo del siglo tuvieron efectos en la difícil consolidación de un arte de alto nivel, como ocurrió en España en otros momentos. Además en Europa van a ir sucediendo cambios de estilos artísticos como consecuencia también de los cambios políticos derivados de la Reforma ya lejana, y más recientemente de la Revolución francesa. Aunque al principio de este siglo hubo artistas que mantuvieron el estilo neoclásico fueron surgiendo nuevos estilos: el romanticismo, la pintura de historia, el realismo, el paisaje el costumbrismo. Una tendencia fue hacia la pintura teatral, sentimentalista, de gran espectacularidad, marcada por el romanticismo. Hay que mencionar también la importancia de la pintura de la

historia. Ésta fue utilizada como elemento didáctico. Tenía la finalidad de crear la idea de nación española, en momentos de crisis, primero por la invasión francesa y después por los enfrentamientos políticos, con el decaimiento de la visión teocrática de la monarquía, el desarrollo de la monarquía parlamentaria y el republicanismo laico. La pintura de historia del siglo XIX fue tildada de academicista, sentimentalista, presuntuosa. Fue acusada de no dejar suficiente espacio para el genio y expresión del artista. También se la consideró de exceso de detalle y falta de jerarquía¹⁰⁵.

Los géneros pictóricos fueron bien definidos y jerarquizados a partir de la aparición de las academias reales en el siglo XVII. Se estableció el siguiente orden: pintura de historia (grand genre), pintura costumbrista o de género (petit genre), retrato, paisaje y bodegón. En el siglo XIX se mantuvo ese enfoque. Con la irrupción del romanticismo y el realismo, a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX se rompieron los límites y jerarquía de los géneros, aunque estos siguieron siendo fundamentales para la obtención de aprecio e inclusive de financiamiento, como manifiesta Pérez (2012) en su discusión sobre las características del mecenazgo en la pintura en el siglo XIX. Según Pérez (2012) el mecenazgo tradicional de la Iglesia había desaparecido. La pintura de historia desplazaba a la religiosa como eje de la actividad artística. La pintura laica desplazó a la religiosa. En el siglo XIX cambió la jerarquía de los géneros y con ello el mercado, el mecenazgo, la función del arte, los artistas y la crítica del arte. Primero se identificaba a qué género pertenecía un cuadro. Los géneros mayores eran: La pintura de historia, la religiosa y la mitológica; los géneros menores: retratos, paisajes, y escenas de costumbres. Los precios de las pinturas los establecían las Academias y eran descendentes según el género y subgénero. Hasta fines del siglo XIX en España se siguió manteniendo la jerarquía de los géneros, no hubo realmente un mercado en el que se negociaran la demanda de pinturas y los precios. El Estado ocupó el lugar que había tenido la Iglesia como principal mecenas de la pintura y como centro de la vida artística. El Estado vio la necesidad de proteger a las artes, en particular la pintura de historia, entendida ésta como parte de la respuesta a los problemas de legitimación del poder cuando la legitimidad monárquico-religiosa fue sustituida por la nacional. La pintura adquirió así un papel de ente didáctico para la creación de la idea de nación española en momentos de crisis con la inversión francesa y los enfrentamientos políticos. El Estado actuó como mecenas en diferentes actividades: otorgando becas, pensiones, cargos administrativos a los artistas. Fue el principal comprador de las obras y a veces hacía encargos directos. El Estado fundó y organizó [Exposiciones Nacionales de Bellas Artes](#) y la fundación del Museo Nacional. La vida artística giró en torno a las Exposiciones Nacionales.

En la documentación e inspiración de temas clásicos también fueron muy importantes las becas en Roma y París, que impulsaron las academias, donde los artistas pudieron observar de primera mano ruinas y edificaciones, así como los museos y colecciones franceses e italianos. Al mismo tiempo entraban en contacto con las influencias de sus escuelas pictóricas coetáneas. Dentro de las críticas que recibía la pintura de historia del siglo XIX, destacó su sumisión a la academia. Y es que son las academias las que crearon un marco normativo rígido para jerarquizar los géneros pictóricos y el mérito de los pintores. Así en España, el caso de Goya, miembro de la academia e incluso director de la Real Academia de Bellas Artes durante dos años, es un ejemplo paradójico de adaptación. Tuvo éxito desde el principio y su independencia fue progresiva. Conforma

¹⁰⁵ <https://descubriralahistoria.es/2019/12/pintura-espanola-de-historia-del-siglo-xix/#:~:text=La%20pintura%20de%20historia%20del%20siglo%20XIX%20fue%20tildada%20de,detalle%20y%20falta%20de%20jerarqu%C3%ADa>

el mito del artista romántico y las bases del posterior artista vanguardista. El arte español sufrió un periodo de decadencia simbolizado por la muerte de Goya. En la segunda mitad del siglo XIX se produjo cierta recuperación de las artes en España, gracias en gran parte a la promoción institucional¹⁰⁶.

Aunque tal como decía Unamuno, los nombres de los artistas o científicos no son suficientes para caracterizar la importancia histórica de algún tema. La figura señera de Goya podría ocultar la existencia de otros artistas en este siglo. Además, ante una situación política y social tan variable y conflictiva, la posibilidad de que se desarrollasen artistas pudo disminuirse notablemente. Por eso busqué por Internet solicitando como búsqueda simplemente «[Pintores de España del siglo XIX](#)». Wikipedia mostró de inmediato, en esa categoría, un total de 936 páginas, es decir nombres e historias de 936 pintores, de los cuales solamente sólo recordé que había oído hablar se Sorolla (del cual ya había visitado su casa-museo en Madrid), de Fortuny y de los hermanos Madrazo.

Busqué entonces explicaciones más completas acerca de la pintura española en este siglo y tomaré a continuación algunos de los señalamientos presentados por Higuera (2019). Este autor indica que a principios del siglo XIX hubo una primera generación de pintores del espíritu ilustrado y clasicista como [José de Madrazo](#) y [Juan Antonio Ribera](#), de estilo neoclásico. Después de Waterloo, en el período español de la Restauración, es decir después de 1874, cuando finalizó la Primera República española, señala a [Federico Madrazo](#) y [Carlos María Esquivel](#) como importantes pintores románticos de historia, destacando que al mismo tiempo aparece una primera escuela paisajista romántica, protagonizada por [Leopoldo Villaamil](#), que luego continuará con [Carlos de Haas](#), con un enfoque realista. Este pintor fue uno de los máximos representantes en España de la pintura al aire libre, que ya se había popularizado en Francia. Higuera (2019) destaca también el papel de las Exposiciones como medio definitivo de la pintura académica en la segunda mitad del siglo XIX en temas históricos. Cita por una parte a [Antonio Gisbert](#) y [Casado del Alisal](#) como puristas académicos y por otra parte a [Eduardo Rosales](#) y [Mariano Fortuny](#) por su mayor libertad en el pincelado. En la Restauración borbónica aparece una segunda generación de pintores de historia, marcada por el llamado realismo decorativo, en la que destacan [Francisco Pradilla](#), [José Moreno Carbonero](#), [Ulpiano Checa](#) y [Salvador Martínez Cubells](#). Al final del siglo, cuando también finaliza la hegemonía de la pintura de historia en la [Exposición Nacional de Bellas Artes](#) aparecen autores que aunque trataron temas del género histórico en su juventud fueron tomando temas costumbristas, entre ellos [Ignacio Pinazo](#), [Antonio Muñoz Degraín](#) y [Joaquín Sorolla](#), quien en el siglo XX será una de los pintores más importantes.

13.2.2. La literatura en el siglo XIX

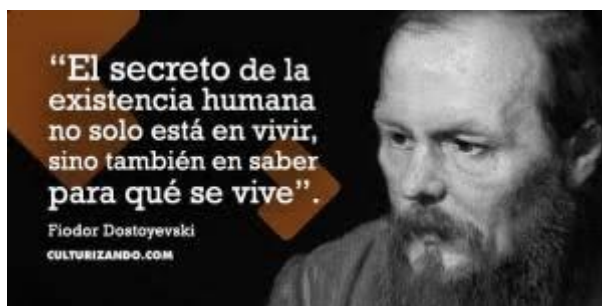
Los conflictos político-sociales se reflejan en la literatura, al igual que lo hacen en otros aspectos de la sociedad, sean estos la ciencia y la tecnología o el arte. De un país a otro pueden existir diferencias en los tiempos porque existe una especie de inercia socio-política. Las novedades que se originan en algún país se difunden en los otros con retraso y lentitud. A finales del siglo XVIII y principios del XIX el romanticismo prevaleció en las sociedades europeas y también en España. Se originó en Alemania a mediados del XVIII, como superación de la estética neoclásica, destacándose [Johann Wolfgang von Goethe](#) y [Johann Christoph Friedrich Schiller](#). El romanticismo

¹⁰⁶ <https://descubriralahistoria.es/2019/12/pintura-espanola-de-historia-del-siglo-xix/#:~:text=La%20pintura%20de%20historia%20del%20siglo%20XIX%20fue%20tildada%20de,detalle%20y%20falta%20de%20jerarqu%C3%ADa>

corresponde a un enfoque liberal, individualista, en el que se valoran los sentimientos y las emociones, la libertad y la búsqueda de ideales con un espíritu rebelde y juvenil. Nace frente al racionalismo¹⁰⁷.

En España estos tiempos de finales y comienzo de siglo corresponden al reinado de Carlos IV, rey débil que dejó el gobierno en manos de su favorito Godoy, cuya personalidad y política y poder obligan a considerar su influencia en la conducción política y cultural de España en su época. Su relación con los literatos fue contradictoria y ambigua, por ejemplo a Jovellanos, importante político y pensador, le dio un puesto en el Gabinete y después lo encerró en una prisión. Con otros pensadores importantes tuvo comportamientos parecidos, sin embargo apoyó a algunos otros. El gobierno de José I y la guerra contra los franceses impidieron una fluida producción literaria. En ese período los literatos se convirtieron en políticos, tanto los que apoyaban a los franceses como los que estuvieron del lado de las cortes. El regreso al poder de Fernando VII y su enfoque absolutista llevó a la emigración o a la cárcel a la gran mayoría de los españoles ilustrados. La Restauración perjudicó profundamente a la literatura española, pero también existieron escritores y poetas, aunque sin alto nivel ni llegar a ser tan distinguidos internacionalmente como los que destacaron en otros países europeos. (Alcalá, 2003)

En la segunda parte del siglo XIX se impuso una nueva corriente, el realismo, con enfoques más pragmáticos, que consideró a la realidad social como su centro de interés y pretendió representarla de manera objetiva y crítica. En este género de pueden mencionar a importantes y mundialmente famosos escritores europeos, en Francia: [Victor Hugo](#) (1802-1885), [Honoré de Balzac](#) (1799-1850), en Inglaterra [Charles Dickens](#) (1812-1870), en Rusia [León Tolstói](#) (1828-1910) y [Fedor Dostoyevsky](#) (1821-1881), entre muchos otros.



Como derivación del realismo surgió el naturalismo, influido fuertemente por el determinismo, la ciencia experimental y el materialismo, mostrando ahora la realidad social pero sin posicionarse críticamente frente a ella. El escritor más resaltante en Europa fue [Emile Zola](#) (1840-1902). También surgieron otras corrientes en este siglo, como el costumbrismo que heredado del realismo y con un componente nacionalista se enfoca en los usos y costumbres de países y regiones¹⁰⁸.

En España, como consecuencia de los movimientos revolucionarios, democráticos, con participación masiva de los trabajadores, ocurridos a la mitad del siglo, con el realismo se buscó mayor estabilidad y moderación. Se argumenta que el escritor imitó el método científico cuando trataba de reflejar la realidad social de manera exacta y objetiva. Las personas eran aquí personas comunes, situadas en el contexto de la época. En el

¹⁰⁷ <https://www.hiru.eus/es/literatura/la-literatura-en-el-siglo-xix-introduccion>

¹⁰⁸ <https://www.culturagenial.com/es/corrientes-literarias/>

realismo se escribía con un estilo sobrio, sencillo y se buscaba describir la realidad social.

Como reacción al realismo y al naturalismo también surgió en el último tercio del siglo XIX el simbolismo, reivindicando la imaginación, lo onírico, lo espiritual y lo sensual. En Francia destacaron en esta corriente tres importantes escritores: [Charles Baudelaire](#) (1821-1867), [Arthur Rimbaud](#) (1854-1891) y [Paul Verlaine](#) (1844-1896). A estos géneros también los especialistas añaden otros movimientos: parnasianismo, decadentismo, modernismo, vanguardismo, algunos de los cuales fueron continuados en el siglo XX. En España también se dieron en la literatura y en la pintura.

Para citar algunos de los nombres de los literatos más destacados de este siglo me limitaré a citar cronológicamente a los más destacados, que deben mencionarse porque son muy conocidos, nacional e internacionalmente. Están los nacidos antes de 1875, que formaron parte de los movimientos anteriormente recordados y los que nacieron entre 1875 y 1919, que forman parte de la Generación del 98 y su producción se destacó más a todo lo largo del siglo XX viviendo y actuando en las principales etapas políticas de ese siglo.

No se entrará en detalles de las características de sus obras ni a qué movimientos culturales pertenecieron. Se darán simplemente los enlaces para que los interesados puedan profundizar por Wikipedia: [José Espronceda](#) (1808-1842), [Mariano José de Larra](#) (1809-1837), [José Zorrilla](#) (1817-1893), [Juan Valera](#) (1824-1905), [Miguel de Unamuno](#) (1864-1936), [Jacinto Benavente](#) (1866-1954), [Rubén Darío](#) (1867-1916), [Vicente Blasco Ibáñez](#) (1867-1928), [Ramón María del Valle Inclán](#) (1869-1936), [Amado Nervo](#) (1870-1919), [Pío Baroja](#) (1872-1956), [Manuel Machado](#) (1874-1947), [Azorín](#) (1874-1967), [Antonio Machado](#) (1875-1939), [Juan Ramón Jiménez](#) (1881-1958). A estos deben agregarse también algunas mujeres destacadas: [Gertrudis Gómez de Avellaneda](#) (1814-1873), [Fernán Caballero](#) (1796-1877), [Rosalía de Castro](#) (1837-1885), [Emilia Pardo Bazán](#) (1851-1921)¹⁰⁹.

A medida que disminuyó la importancia de la monarquía y se fueron desarrollando enfoques de estados republicanos y monarquías parlamentarias, así como de regímenes capitalistas, el mecenazgo que hacía la Iglesia, la Monarquía y el Clero fue desapareciendo. El mecenazgo siguió existiendo en todas las artes y también en el desarrollo de la ciencia, en literatura.

A partir del desarrollo y la proliferación de la Imprenta, desde la época de los Austrias, fueron desarrollándose las editoriales, junto con las imprentas. Para imprimir las obras literarias se necesitaban empresas para editar los libros, las obras de los escritores, de cuya venta van estos a recibir ciertos ingresos, aunque nunca suficientes para vivir de ellos. La venta de las obras va a depender de la demanda, del interés de los lectores en el tema y también de la fama del autor por obras previas o por ser socialmente destacados. En este siglo, en el año 1871, surgió la Asociación de Escritores y Artistas Españoles. Esta organización tuvo como finalidad ofrecer auxilio mutuo y protección a las familias de los escritores a su fallecimiento y para defender sus intereses morales y materiales de clase. La Asociación sigue existiendo todavía, apoyada por el rey; proyectó y proyecta internacionalmente la literatura española y ha organizado Exposiciones y Congresos. Es un punto de encuentro de escritores, marchantes, productores y centros de actividades culturales, que se financia con la venta de entradas a las funciones que organiza.

¹⁰⁹ Hay que indicar que en el grupo de los escritores mencionados hay varios que nacieron y vivieron en América Latina, Amado Nervo, Rubén Darío y Gertrudis Gómez de Avellaneda, pero que siempre han sido considerados creadores en el idioma español. No me he referido a otros casos, tanto en las artes como en las ciencias para no complicar más el tratamiento que he seguido en este estudio

13.2.3. La escultura en España del siglo XIX

La escultura en España en el siglo XIX es también un reflejo de los conflictos sociales, políticos y económicos. Siguió a lo largo del siglo la variación de géneros artísticos que se dieron en otras artes. Ya en siglos anteriores los artistas habían estado reivindicando su independencia, su carácter como creadores y su diferencia con los artesanos. Las Academias se encargaron de defender este enfoque, de relacionar las distintas artes en la formación de los artistas, de que recibieran una formación humanista. En la escultura en el siglo XIX se unía el conocimiento histórico a una educación moral, en lo que influyó mucho la Enciclopedia. En una primera época del siglo en España los escultores pudieron figurar como escultores de cámara, al lado del rey. Los jóvenes estudiaron en las Academias, sobre todo en la de Madrid, la Academia de San Fernando-, o en la de Barcelona, La Lonja. Al terminar podían recibir pensiones para viajar al extranjero, sobre todo Italia y al regreso o se integraban como escultores de cámara u obtenían cargos administrativos. La vida de los escultores no fue económicamente fácil. A veces recibían encargos, de ricos o de gobernantes. El gobierno absolutista de Fernando VII hizo una depuración política que llevó a muchos escultores al exilio. Como hubo muchas y variadas dificultades no se favoreció la generación de nuevos creadores. Inclusive existe el caso de dos de los mejores escultores, [José Álvarez Cubero](#) (1768-1827) y [Antonio Solá](#) (1780-1861) - que fue quien hizo el Monumento a Daoiz y Velarde en la plaza del Dos de Mayo de Madrid -, que murieron en terrible pobreza. Con [Isabel II](#) (1830-1904) no hubo tampoco mucho apoyo al arte¹¹⁰. En la escultura española del siglo XIX se encuentran los géneros artísticos de la época coincidiendo con momentos históricos diferentes. Al comienzo de siglo prevaleció el romanticismo, en cierto modo heredado de finales del siglo XVIII, el cual se mantuvo durante el reinado de Fernando VII. Más adelante durante el reinado de Isabel II la escultura española adoptó el romanticismo y durante el período de la Restauración, en el último tercio de



siglo, las nuevas tendencias realistas o naturalistas. En el siglo XIX se produjo la decadencia de la escultura religiosa y cobró importancia la escultura como elemento decorativo de la arquitectura, se ensalzó la belleza y se propugnaron valores cívicos y morales, regresando, no sin ciertos choques, al desnudo.

El gran mecenas siguió siendo la realeza. Con la construcción de sus nuevos palacios o la reforma de los existentes se hizo necesario que

se estableciera la plaza de escultor de cámara, codiciada por los nuevos escultores ya que era muy difícil sobrevivir de este trabajo..

Las Academias fueron las encargadas de la formación de los jóvenes artistas y las que establecieron concursos y becas de estudio en Madrid, Roma o París. Se impuso la rigidez académica que exigía la imitación de la Antigüedad. [José Ginés](#) (1768-1823) y [José Álvarez Cubero](#) (1768-1867) fueron las grandes figuras del neoclasicismo español. Ambos fueron escultores de cámara con Fernando VII. Otros escultores cortesanos fueron [Pedro Antonio Hermoso](#) (1763-1830), [Ramón Barba](#) (1767-1831), [Valeriano Salvatierra](#) (1789-1836) y [Antonio Solá](#) (1780-1861). A estos hay que agregar a [Damián Campeny](#) (1771-1855), uno más representativo de la escultura neoclásica en Cataluña.

¹¹⁰ <https://tuscenciassociales-teodosio.blogspot.com/2011/02/537-la-arquitectura-espanola-del-siglo.html>

El periodo romántico en escultura fue corto. Respondió a encargos oficiales para embellecer edificios o erigir monumentos conmemorativos. La corte dejó de ocuparse de la escultura. A Isabel II no le interesó demasiado el arte y se suprimieron los pintores de cámara. A partir de 1845 la Academia dejó de dirigir la enseñanza artística y se creó la Escuela de Bellas Artes. Las Exposiciones Universales sustituyeron los premios y pensiones de la Academia. [Ponciano Ponzano](#) (1813-1877) y [José Gragera](#) (1818-1897) fueron dos escultores representativos de este género en España.

En los últimos años del siglo la corriente artística predominante fue el Realismo. Los escultores españoles que en el último tercio del siglo XIX asimilaron la corriente naturalista son más abundantes, entre ellos destacaron [Ricardo Bellver](#) (1845-1924) y [Mariano Benlliure](#) (1862-1947), quien puede ser considerado como el puente con el Modernismo.

[Jerónimo Suñol](#) (1840-1902), catalán que estudió en la [Escuela de la Lonja](#) y trabajó en el taller de los hermanos Vallmitjana ([Venancio](#) (1830-1902) y [Agapito](#) (1833-1905)), no recibió ningún tipo de ayuda y tuvo que abrirse camino por sí mismo. Fue a Roma por su cuenta. Se instaló en Madrid llegando a ser nombrado académico. Entre las estatuas para monumentos públicos, la más famosa es la de Colón en Madrid. Otros importantes escultores fueron [Agustín Querol Subirats](#) (1860-1909) y [Mateo Inurria Lainosa](#) (1867-1924)¹¹¹.

La música en España en el siglo XIX

En Europa los cambios que se dieron en la música en España en el siglo XIX¹¹² en la tecnología, la industria, la educación y la ciencia, influyeron en la música. Surgieron nuevos estilos y géneros musicales así como cambió también el papel del público en el proceso creativo. Apareció [el jazz](#), [el blues](#) y la música popular, ampliándose el interés por la música a públicos más extensos. Como en otros campos, el desarrollo de la música se adaptó a los cambios sociales, políticos y culturales. A fines del siglo se inventó [la grabación de sonido](#) y eso facilitó la difusión de la música ampliamente.



Durante la mayor parte de este siglo, en Europa triunfó la música instrumental y a finales de siglo el impresionismo. Destacan [Ludwig van Beethoven](#), [Franz Liszt](#), [Félix Mendelssohn](#), [Frédéric Chopin](#), [Hector Berlioz](#), [Piotr Ilich Tchaikovsky](#) y los nacionalistas rusos como [Mijail Glinka](#) y [Nikolai Rimsky Korsakov](#). Es también el apogeo de la ópera italiana: [Rossini](#), [Verdi](#), [Donizetti](#) y en Alemania [Richard Wagner](#).

En general, la música española del siglo XIX reflejó una época de cambio y fue influida por la corriente romántica que estaba en boga en Europa en ese momento. Más adelante los músicos españoles también se inspiraron en la música folklórica española, lo que añadió un toque distintivo a la música de la época. En la España del siglo XIX, la música se empezó a experimentar de formas diferentes. Se rompieron las estructuras clásicas y el Romanticismo llegó para quedarse en los diferentes géneros musicales. El desarrollo del nacionalismo musical se hizo evidente gracias a la construcción de un patrimonio musical propio y distinto del resto de Europa.

¹¹¹ <https://www.arteespana.com/esculturasigloxix.htm>

¹¹² <http://hispanoteca.eu/M%C3%BAsica%20ES/14-M%C3%BAsica%20espa%C3%B1ola%20siglos%20XIX%20y%20XX.htm>
https://www.undiaunacancion.es/musica-en-el-siglo-xix-como-evoluciono/?expand_article=1

El siglo XIX marcó un hito en la música española, ya que se produjo una auténtica revolución en todos los géneros musicales que hasta entonces se conocían en el país. La música en España durante el siglo XIX estuvo muy influenciada por los cambios sociales, políticos y culturales que tuvieron lugar en ese siglo. En España hubo un retraso debido a la guerra, a las desamortizaciones y porque el poder político no se interesó en ella. La censura impuesta por Fernando VII impidió que llegara a España la música de [Beethoven](#) o [Schubert](#), pero sí dejó llegar la música italiana, como la de [Rossini](#), que fue bien aceptada. La influencia de la música italiana fue muy profunda, haciendo que no se valorara la música española; sin embargo compositores europeos como Glinka, [Ravel](#), Liszt, Rimsky Korsakov, encontraron en España una rica fuente de inspiración.

Una revisión de las historias de vida de muchos de los compositores españoles y de los europeos, que se entusiasmaron con la música española, muestra que existieron contactos personales entre los compositores. Los españoles pudieron viajar por Europa después que se superó el reinado de Fernando VII. Eso facilitó el desarrollo de nuevas iniciativas y la adopción de nuevos géneros en la música española.

Al llegar al poder los liberales se difundió la música europea, que antes Fernando VII la había limitado. En 1834 se creó el [Real Conservatorio Superior de Música de Madrid](#). Para 1856 un grupo de compositores de zarzuela se encargaron de la construcción del [Teatro de la Zarzuela](#) en Madrid¹¹³. Es interesante recordar los nombres de los músicos más importantes en su época, porque algunos de ellos son celebrados hoy día por sus composiciones de nivel universal.

La ópera y la zarzuela fueron dos géneros muy populares en España durante el siglo XIX. La ópera era considerada un arte elitista y se representaba principalmente en teatros de Madrid y Barcelona. Una parte de los compositores españoles salieron en defensa de la ópera¹¹⁴ e inclusive trataron de escribir óperas en castellano. Entre ellos hay dos muy destacados porque después fueron importantes compositores de zarzuelas: [Ruperto Chapí](#) (1857-1909) y [Tomás Bretón](#) (1850-1923). Otra parte de los músicos se enfrentaron a la ópera, prefiriendo la zarzuela, forma de teatro lírico español que se cantaba en castellano y que se había desarrollado en siglos anteriores. Los temas de la zarzuela eran variados, desde dramas históricos hasta comedias ligeras. Entre estos un par de nombres destacados: [Federico Chueca](#) (1846-1908) y [Jerónimo Giménez](#) (1854-1923).

La música coral se mantuvo en las iglesias y en las sociedades corales y la música de cámara en pequeños grupos de músicos y para un público más selecto.

La música instrumental tuvo su desarrollo después de la mitad del siglo. En 1863 [Jesús de Monasterio](#) (1836-1903) fundó la [Sociedad de Cuartetos](#), en 1866 [Barbieri](#) fundó la [Sociedad de Conciertos en Madrid](#) y algo más adelante se formaron Sociedades de Conciertos en Barcelona y Valencia. Con estas sociedades se dieron a conocer las obras de los compositores centroeuropeos y las de los compositores españoles. La música para guitarra tuvo importancia en España desde siglos anteriores pero en este siglo hubo autores que hoy día siguen siendo muy reconocidos, como: [Fernando Sor](#) (1778-1839), [Dionisio Aguado](#) (1784-1849) y [Francisco Tárrega](#) (1852-1909). Las corales fueron muy populares. Durante la segunda mitad del siglo XIX se crearon los [Coros Clavé](#), el [Orfeo Catalá](#), el [Orfeón Donostiarra](#), etc. A fin de siglo se expandió un enfoque de la

¹¹³ Francisco Asenjo Barbieri (1823-1894), Joaquín Gaztambide (1822-1870), Rafael Hernando (1822-1888), Cristóbal Oudrid (1825-1877) y José Inzenga (1828-1891).

¹¹⁴ Emilio Arrieta (1823-1894), Baltasar Saldoni (1807-1889), José Melchor Gomis (1791-1836), Valentín Zubiaurre (1837-1914) y Miguel Hilarión Eslava (1807-1878)

música nacionalista en gran parte sintonizada con los enfoques artísticos del realismo pero también de la búsqueda de separación de la influencia italiana. El compositor [Felipe Pedrell](#) (1841-1922) influyó con sus enfoques y escritos en sus discípulos, Albéniz, Granados, Turina, Falla, por mencionar sólo a los más conocidos, a quienes indujo a que buscaran inspiración en la música tradicional y folclórica de España. Los principales autores a fin de siglo fueron: [Enrique Granados](#) (1867-1916) y [Manuel de Falla](#) (1876-1946). [△](#)

Capítulo 14. España en el siglo XX hasta la Ley de Ciencia (1986)

14. La situación socio-política en España en el siglo XX

Hay una gran coincidencia en los autores (Varela 2006; Pérez 2019; Palafox 1997; González 1998) sobre que la política de España en el siglo XX debe estudiarse a partir del sistema político de la Restauración que tuvo a Cánovas a la cabeza, con un gobierno muy centralizado, como monarquía constitucional en la que la soberanía se compartía entre el Rey y las Cortes, con un bipartidismo compartido entre los dos partidos dinásticos, el Conservador dirigido por el mismo Cánovas, hasta su asesinato en 1897, y el Liberal dirigido por Sagasta. El gobierno no fue ni democrático ni social aunque cuando Sagasta lo estuvo dirigiendo se tomaron algunas iniciativas modernizadoras, más liberales, relacionadas con la libertad de expresión, de reunión y de asociación. Durante el reinado de Alfonso XIII (1886¹¹⁵-1931) se dieron cambios mundiales muy importantes, especialmente, tal como plantea Palafox (1997), la transferencia de hegemonía económica y financiera a los Estados Unidos y el papel internacional de Alemania y Francia. Cambios que desembocaron en la I Guerra Mundial, deteriorando la estabilidad política y económica de Europa. Al mismo tiempo se fue profundizando el desarrollo tecnológico así como la utilización de los avances científicos y fueron apareciendo nuevos sectores industriales. Para poder enfrentar todas las incertidumbres que fueron surgiendo el Estado fue interviniendo más directamente en la economía. Es indudable también la influencia de la revolución rusa y del progreso de las ideas marxistas.

En España, durante el reinado de Alfonso XIII se fue dando una lenta pero sólida transformación de la base económica y social. La economía, el PIB, fue creciendo, se fue profundizando el cambio estructural y España se fue diversificando industrialmente. El sector industrial fue superando al sector primario.

Si el siglo XIX fue política y socialmente muy complicado, el siglo XX lo fue también, pero de una manera muy diferente. En el contexto europeo y mundial el impacto de la ciencia y la tecnología en el siglo XX es determinante, así como las transformaciones políticas derivadas precisamente del desarrollo de la revolución industrial. Ésta dio origen a las nuevas teorías para relacionar a los trabajadores con el capital planteando exigencias y transformaciones sociales de fondo.

Para ubicar mejor las transformaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología en España en el siglo XX, parece necesario hacer un resumen rápido de los principales hechos y cambios políticos que se fueron dando. Se seguirá el trabajo de Varela (2006). Tal como ya se ha planteado, tras el desastre de 1898, los intelectuales y los políticos criticaron la Restauración y propusieron que era necesario reforzar el Estado de Derecho para convertir el país en un Estado democrático y social, con un sistema parlamentario

¹¹⁵ 1886 es su fecha de nacimiento, a partir de la cual se considera que estuvo reinando, aunque su madre Ma. Cristina asumió la regencia hasta que Alfonso XIII llegó a la mayoría de edad, en 1902. Durante esa regencia el gobierno fue dirigido por los líderes de los partidos políticos, especialmente Cánovas.

de gobierno. Aunque la democratización del Estado Liberal fue una reivindicación a la que se sumaron los más destacados representantes de los dos partidos dinásticos (el Partido Conservador y el Liberal) el proceso fue lento, no sin diferencias y conflictos. Los partidos republicanos y el PSOE, junto con los intelectuales que habían formado la ILE buscaban democratizar el Estado dándole nuevas funciones respecto a la sociedad y la economía, en campos como la educación y la sanidad, con instrumentos jurídicos más robustos. La descentralización del Estado fue otro de los objetivos de los movimientos políticos e intelectuales más críticos con la Restauración. Hay que destacar también el protagonismo del nacionalismo catalán, que siguió reivindicando la autonomía regional. Inclusive en 1919 se redactó un proyecto de Estatuto de Autonomía para Cataluña, que no prosperó debido a la hostilidad del Ejército, de la Corona, de los partidos dinásticos y de otros partidos. La lucha entre las concepciones monárquicas y republicanas continuó. Éstas buscaban disminuir «el poder personal de la Corona» en la política española. ([Indalecio Prieto](#) –PSOE- en las Cortes en 1920).

El régimen fundado por Cánovas fue entrando en una profunda crisis con una agitación continua que desembocó en una huelga general en 1917. También por esos años ocurría la guerra en Marruecos. Ante todos estos problemas, en 1923 el [General Miguel Primo de Rivera](#), Capitán General de Cataluña, a quien Alfonso XIII había nombrado presidente de un directorio militar, se sublevó y dio un [Golpe de Estado](#), con el apoyo del Rey, que le encomendó que formase un nuevo gobierno. Éste fue constituido solo por militares. Declaró la [dictadura](#) y el estado de guerra, disolvió las Cortes, los Ayuntamientos y las Diputaciones, sustituyó a los gobernadores civiles por militares. Además, suspendió la Constitución de 1876 y las garantías constitucionales, entre ellas la libertad de prensa, de reunión y de asociación. Creó la Unión Patriótica como único partido legalmente reconocido. El tipo de Estado propuesto por la Dictadura se reflejaba en su lema: «Patria, Religión y Monarquía». Era un estado nacionalista, en el terreno político y en el económico, autoritario y con un carácter centralista.



Figura 29. Alfonso XIII y Primo de Rivera.

Fuente <https://www.informacion.es/cultura/2022/12/07/primo-rivera-desconocido-dictador-paternalista-79686087.html>

El régimen de Primo de Rivera fue conducido en una primera etapa por un Directorio Militar (1923-1925) y después por un Directorio Civil (1925-1930). En el primero, de carácter transitorio se pretendió resolver los problemas pendientes, en el segundo institucionalizar un nuevo régimen más interesado en las cuestiones económicas y sociales.

En 1927 se creó una Asamblea Nacional Consultiva, con lo que se sustituía el régimen autoritario por un régimen parlamentario, aunque los miembros de esta Asamblea no eran elegidos popularmente sino designados. Quedaba integrada por representantes de

las corporaciones, por funcionarios de la Administración y por representantes sociales escogidos desde el poder. En 1929 se propuso un anteproyecto de Constitución que mantenía conceptos de la constitución de 1876, como la Monarquía Constitucional y el carácter católico del Estado, un Estado «políticamente unitario», cuya lengua oficial era exclusivamente el castellano. El carácter de este proyecto de Constitución era muy antiliberal y antidemocrático, se limitaban los derechos y libertades y no se reconocía la división de poderes, entre otras cosas. El proyecto no satisfizo a nadie, incluso a Primo de Rivera, por lo que ni se discutió ni se puso en vigor.

La Dictadura tuvo cierto éxito económico al aprovechar la coyuntura internacional de la finalización de la I Guerra Mundial estableciendo medidas proteccionistas, con las que impulsó las obras públicas y apoyó a las empresas que no pudieran competir con el exterior. Creó también importantes monopolios en telefonía y petróleo. Todo eso supuso finalmente un déficit presupuestario y un gran endeudamiento del Estado. Como el régimen fue decayendo debido al avance de la oposición y las crecientes resistencias a las reformas político-institucionales, así como las divisiones entre sus seguidores, en 1928 el gobierno creó la Organización Corporativa Nacional, con comités para regular salarios y condiciones de trabajo y mediar en conflictos. Ante la amenaza de que el régimen se perpetuara, la oposición estuvo crecientemente más unida y movilizada, integrada sobre todo por los líderes de los partidos socialistas, comunistas y republicanos, apoyados por estudiantes, obreros e intelectuales, pero también por algunos militares que conspiraban contra Primo de Rivera, a los que hay que añadir a los nacionalistas catalanes.



La oposición a la dictadura —que en principio había contado con un amplio respaldo social, sobre todo entre las «masas neutras»— venía acompañada de manera inevitable de la oposición a Alfonso XIII, que la había auspiciado y arropado, e incluso a la monarquía tout court, como forma de Estado y de gobierno. (Varela 2006).

En 1930 el régimen fue desautorizado por los altos niveles militares y por el Rey, por lo que Primo de Rivera dimitió y se exilió a París, encargándose de formar gobierno el [General Berenguer](#), para volver al sistema de la Restauración, abrir las Cortes, aplicar la Constitución de 1876, poner en marcha los partidos y los sindicatos y convocar a elecciones. El proceso fue lento y fracasó.

La oposición en agosto de 1830 constituyó el [Pacto de San Sebastián](#) con la finalidad de proclamar la República y eligieron un Comité Revolucionario. Se dio una [sublevación militar en Jaca](#) que fracasó, siendo sus dos dirigentes principales eliminados físicamente, lo que desacreditó a la monarquía y aumentó más la tensión política. En 1931 se nombró al [Almirante Aznar](#) para presidir el gobierno, pero éste no logró solucionar nada.

Para sondear la opinión pública se convocó a elecciones municipales para el 12 de abril. El lunes 23 de marzo quedaron restablecidas las garantías constitucionales; se suprimió la censura y se reconoció la plena libertad de reunión y asociación. En realidad estas elecciones se presentaron como un plebiscito, a favor o en contra de la monarquía.

Como ha destacado [Carmelo Romero Salvador](#): el electorado era «consciente de que en

las urnas se dirimía una cuestión diferente —fortalecer la monarquía o avanzar hacia la república— a la de cualquier otra elección anterior»¹¹⁶. Las elecciones significaron una amplia derrota a la Corona en los núcleos urbanos, y una victoria en las zonas rurales. La victoria fue para las candidaturas republicanas-socialistas que obtuvieron la mayoría de concejales en 42 de las 50 capitales de provincia, así como en la mayoría de las ciudades medianas y pequeñas¹¹⁷.

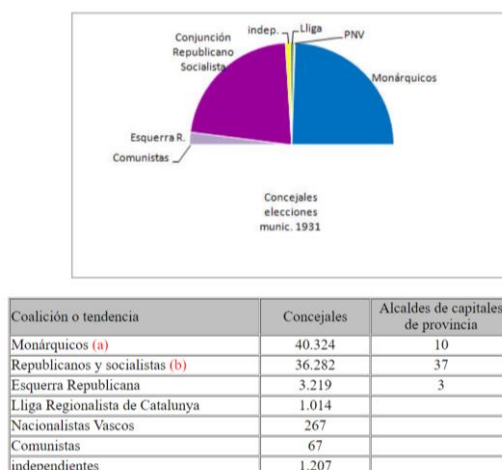


Figura 30. Estimación del reparto de concejales.

Fuente: www.historiaelectoral.com

El Pacto de San Sebastián obtuvo así un triunfo arrollador, lo que llevó a la [proclamación de la II República el 14 de Abril de 1931](#), que rápidamente procedió a la designación de unas Cortes Constituyentes que aprobaron [la constitución republicana el 9 de diciembre de 1931](#)¹¹⁸.

La II República fue desde entonces un quiebre trascendente en la política española en el siglo XX con repercusiones en todos los aspectos de la vida económica, política y social de España, que todavía tiene significado importante. Se hace necesario tratar de comprender lo que sucedió para poder entender sus consecuencias en el tema en que centramos nuestra atención, el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Su importancia y complejidad va mucho más allá del análisis que podemos hacer aquí, trataremos de usar la información presentada en Internet para destacar al menos algunos de los aspectos más relevantes.

¹¹⁶ Romero Salvador (2023), *Las elecciones que acabaron con la monarquía. El 12 de abril de 1931*. Madrid: Los Libros de la Catarata. ISBN 978-84-1352-691-1. pp. 117-119

¹¹⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Elecciones_municipales_de_Espa%C3%B1a_de_1931

¹¹⁸ [Constitución española de 1931 - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)



Figura 31. Esquema de la constitución de 1931.

Fuente: Algargos

Un gobierno provisional se ocupó de crear una Asamblea Constituyente para redactar una nueva constitución. A toda velocidad se llegó a acuerdos y finalmente se logró que fuera aprobado por una mayoría un texto constitucional que incluía los enfoques de los grupos republicanos y de izquierda. Según Varela (2006) los constituyentes seguían las tendencias constitucionales más vanguardistas, distanciadas del constitucionalismo español del siglo XIX. Su articulado planteaba una nueva forma de manejo político. Vale destacar algunos aspectos.

[Luis Jiménez de Asúa](#), presidente de la Comisión de Constitución al presentar el proyecto de Constitución de la Comisión para abrir el debate definitivo en las Cortes Constituyentes la definió como una Constitución avanzada, democrática y de izquierda. Los temas más debatidos según los propios firmantes del anteproyecto fueron fundamentalmente tres: la estructura territorial del Estado (solución [federal](#) o entidades autónomas), las relaciones entre la Iglesia y el Estado y el carácter bicameral o unicameral de las Cortes.

Para comenzar, después de importantes discusiones, el artículo 1 establecía que: «España es una República de trabajadores de toda clase, que se organizan en régimen de Libertad y de Justicia. Los poderes de todos sus órganos emanan del pueblo». Que España estuviera concebida así fue para evitar que tuviese exclusivamente un enfoque totalmente socialista. El Estado se planteaba como un «Estado integral, compatible con la autonomía de los Municipios y las Regiones».

Otra discusión importante, relacionada con los regionalismos, fue la declaración del castellano «como idioma oficial de la República», indicando que todo español tenía obligación de saberlo y derecho de usarlo, sin perjuicio de los derechos que las leyes del Estado reconocieran a las lenguas de las provincias o regiones. La Constitución obligaba a la utilización (aunque no exclusivamente) del castellano como lengua vehicular en la enseñanza.

También se reconoció el derecho a la doble nacionalidad a los «naturales de Portugal y países hispánicos de América, comprendido el Brasil, cuando así lo soliciten y residan en territorio español».

En el Capítulo I: Garantías individuales y políticas, se establecía un conjunto de derechos y libertades individuales y colectivas entre los que se incluían: el imperio de la ley y el derecho del habeas corpus, libertad de circulación y la inviolabilidad del

domicilio, inviolabilidad de la correspondencia, la libertad de elección de profesión y la libertad de industria y comercio, la libertad de expresión, el deber de prestar servicios civiles o militares, el derecho de reunión «pacífica y sin armas» y el derecho de manifestación, la libertad de asociación y sindicación.

En relación con la Cuestión religiosa, aspecto fuertemente polémico entre los grupos monárquicos y republicanos, en la Constitución de 1931, por primera vez en la historia del constitucionalismo español, se puso fin a la confesionalidad del Estado al proclamar el artículo 3 que «El Estado español no tiene religión oficial». Se establecía así una radical separación entre el Estado y la Iglesia, o sea se establecía un Estado laico. En otros artículos se mostraba un fuerte componente anticlerical, porque en el plazo de dos años obligaba a extinguir por ley el presupuesto del clero y facultaba a las Cortes a disolver la Compañía de Jesús e incautar todos sus bienes. También planteaba otras medidas que limitaban el papel que la Iglesia había mantenido históricamente, incluyendo su participación en la educación, que ahora debía ser laica, para «respetar la libertad de conciencia».

En 1931 se produjeron asaltos a iglesias y conventos por parte de las masas más radicales, en respuesta a los discursos antirrepublicanos de algunos eclesiásticos, que fueron desterrados por negarse a reconocer al gobierno de la República, lo que causó una radicalización que trajo consecuencias.



Por otra parte, tras fuertes discusiones, contradictorias respecto a otros planteamientos, se reconocía que el sufragio correspondía a los hombres y no a las mujeres. Puede parecer curioso que aunque se establecía que «Se reconoce, en principio, la igualdad de derechos de los dos sexos» y que «No podrán ser fundamento de privilegio jurídico: la naturaleza, la filiación, el

sexo, la clase social, la riqueza, las ideas políticas ni las creencias religiosas», algunos líderes de la misma izquierda lo consideraron inoportuno y peligroso porque las mujeres podrían votar por las derechas. ¡Sin embargo sí podrían ser elegidas!

Se distingue la fuerza de la lucha de [Clara Campoamor](#) en la defensa del voto femenino, que finalmente se aprobó en la Constitución el 1º de octubre de 1931.

La Constitución tampoco reconoció distinciones ni títulos nobiliarios. Se establecía una concepción intervencionista del Estado para «intervenir por ley la explotación y coordinación de industrias y empresas cuando así lo exigiere la nacionalización de la producción y los intereses de la economía nacional», con lo cual aceptando la existencia de la propiedad privada incluía que ésta podría «ser objeto de expropiación forzosa por causa de utilidad social». Incluía también la defensa de las condiciones de trabajo estableciendo que «la República asegurará a todo trabajador las condiciones necesarias de una existencia digna», estableciendo una larga lista de temas, entre los cuales estaba el derecho al paro forzoso y a vacaciones anuales remuneradas.

En relación con las regiones se permitiría el autogobierno regional cuando se superasen ciertos requisitos, descartando el enfoque de Estado federal, dejando abierta la puerta al regionalismo. Sólo Cataluña, el País Vasco y Galicia llegaron a aprobar sus Estatutos de Autonomía, siendo Cataluña la única en poner a funcionar sus instituciones básicas antes del Alzamiento. La Constitución suprimía el Senado y reconocía el referéndum y la iniciativa legislativa popular. El Presidente de la República sería elegido por un sistema semi-indirecto.

En relación con la Presidencia de la República la Comisión estudió los distintos modelos europeos y finalmente estableció las características de las relaciones entre el Presidente y las Cortes, que eligieron presidente en esta ocasión. El Poder legislativo se ejerce por medio de las Cortes, asamblea unicameral también llamada Congreso de los Diputados que serían elegidos por sufragio universal, igual, directo y secreto entre los ciudadanos de la República.

El resumen que se acaba de presentar sobre aspectos claves de la Constitución Republicana de 1931 deja ver los importantes avances que tenía en relación con aspectos sociales en beneficios de los trabajadores, pero también la fuerte intervención del Estado en los aspectos económicos, así como la confrontación ideológica con los sectores que habían dominado el funcionamiento de España durante muchos siglos, especialmente con la Iglesia, la nobleza y los latifundistas.

Según algunos políticos de esa época, la aprobación de una legislación tan contraria a los sentimientos de buena parte de la población fue un grave error político. El modelo de Estado que se puso en funcionamiento no fue del agrado de la extrema derecha que decía que había que plantear un «Estado Nuevo» para forjar y mantener una España grande, libre y única, «según [Onésimo Redondo](#) y que después según [José Calvo Sotelo](#) debía ser católica y capaz de defender la religión cristiana, en el que según otras declaraciones el ejército debería convertirse en «la columna vertebral de la Patria». Un Estado centralizado que defendiese «la unidad española que la Monarquía y el pueblo labraron a lo largo de quince siglos». Por otra parte tampoco satisfizo a las fuerzas políticas más revolucionarias (comunistas, anarquistas, y el sector más izquierdista del PSOE), que lo veían como una «democracia burguesa».

La distribución de la tierra era el principal problema del país. España era un país fundamentalmente agrario y la mayoría de las propiedades eran latifundios. Los campesinos trabajaban a jornal y tenían muy malas condiciones de vida, muchos pasaban hambre. Para cambiar esta situación se creó el Instituto para la Reforma Agraria. Se procedió a expropiar tierras y a distribuirlas entre los campesinos sin tierra. Eso enfrentó al gobierno con los grandes propietarios, pero además faltaron medios para hacer la reforma. Al ser ésta lenta los campesinos se sintieron defraudados y provocaron ocupaciones ilegales de tierras que el gobierno reprimió con dureza.

Los sucesos provocaron la dimisión del Presidente del Gobierno y el Presidente de la República llamó a [elecciones generales en 1933](#), que fueron ganadas por una coalición de los partidos conservadores y las derechas. Algunos consideran que esa victoria se debió a que por primera vez votaron las mujeres y que éstas estaban muy influidas por la Iglesia católica.

En todo este tiempo hubo movimientos y confrontaciones violentas. Por ejemplo la sublevación fallida del [General Sanjurjo](#) en 1932¹¹⁹. Los años que siguieron a las elecciones de 1933 fueron de gran inestabilidad política. La ganancia electoral de los partidos de derechas se logró por la incorporación de un nuevo partido, la [Confederación Española de Derechas Autónomas \(CEDA\)](#) que lograron incorporar en el Consejo de Ministros a tres representantes.

El PSOE y la [UGT](#) veían como un peligro esa decisión y decidieron tomar la vía revolucionaria para lograr de una vez una república socialista. La Revolución de 1934 o huelga general revolucionaria en España de 1934—también conocida como [Revolución de octubre de 1934](#) - fue un movimiento huelguístico revolucionario iniciado en distintas ciudades pero los principales focos de la rebelión se produjeron en Cataluña, donde fueron controlados rápidamente, y sobre todo en Asturias, donde contó con el

¹¹⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Jos%C3%A9_Sanjurjo

apoyo de los anarquistas. En esta región tuvieron lugar los sucesos más graves, conocidos como la [Revolución de Asturias](#), insurrección obrera que fue duramente reprimida por el gobierno radical-cedista de [Alejandro Lerroux](#).

El general Franco dirigió las operaciones militares desde Madrid para reprimir la sublevación, recurriendo a las tropas coloniales marroquíes y a la Legión, procedentes ambas del Marruecos español. En los combates que siguieron al levantamiento armado murieron entre 1.400 y 2.000 personas, según diferentes historiadores. En toda España fueron encarceladas entre 30.000 y 40.000 personas. Miles de obreros perdieron sus puestos de trabajo.

Los partidos de centro y derecha que gobernaban en coalición tuvieron frecuentes enfrentamientos y hubo numerosas huelgas que obligaron al gobierno a dimitir, por lo que se convocaron nuevas elecciones para 1936.

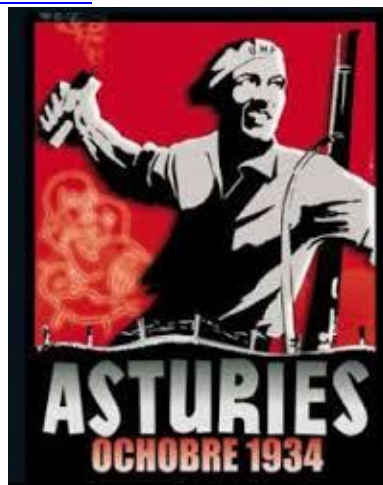
Las organizaciones de izquierda participaron en [las elecciones de 1936](#) formando un bloque unido: el Frente Popular, que resultó ganador y retomó las viejas ideas de reforma a un ritmo más acelerado, con el consiguiente disgusto de la España más conservadora, que empezó a pensar cómo acabar con la República, por las buenas o por las malas.

El ambiente social era cada vez más tenso. Hubo frecuentes enfrentamientos callejeros violentos entre grupos armados de falangistas y de milicias socialistas, comunistas y anarquistas. Hubo asaltos a sedes de los partidos y asesinatos selectivos de miembros de las organizaciones enemigas. El 12 de julio de 1936 fue asesinado por extremistas de derecha un oficial de la Guardia de Asalto, [el Teniente Castillo](#) y sus compañeros tomaron la revancha asesinando a [José Calvo Sotelo](#), diputado conservador, líder de la oposición derechista¹²⁰.

Estos hechos fueron seguidos por [el alzamiento militar del General Francisco Franco](#) en Marruecos. Franco como militar destacó en [la guerra de Marruecos entre 1912 y 1916](#), ganando un gran prestigio en el ejército. Había sido nombrado líder de la Escuela Militar de Zaragoza y después Jefe del Estado Mayor. En 1934 fue encargado de contener la revolución de Asturias, como ya se mencionó. Después de esta misión, en 1936, el gobierno de izquierdas le destinó a las Islas Baleares ante el temor de que se involucrase en un posible golpe militar y de ahí fue enviado a Marruecos, desde donde invadió España ese mismo año.

El general José Sanjurjo, exiliado en Portugal, que había sido considerado como líder de la sublevación contra la República, al tratar de entrar en España para unirse a la invasión iniciada por Franco, falleció por accidente del avión, lo que resultó en el nombramiento de Franco como Generalísimo y líder del Movimiento Nacional, siendo nombrado después como Jefe de Estado, aunque todavía no se había ocupado todo el territorio español.

Con el apoyo de tropas alemanas e italianas y un plan de guerra contra el bando republicano, al cabo de tres años terminó la cruenta guerra civil establecida por Franco quien se nombró «Caudillo de España» (Por la gracia de Dios, como decía su publicidad).



¹²⁰ https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14007374/helvia/sitio/upload/SOCH_B11_T2_contenidos.pdf

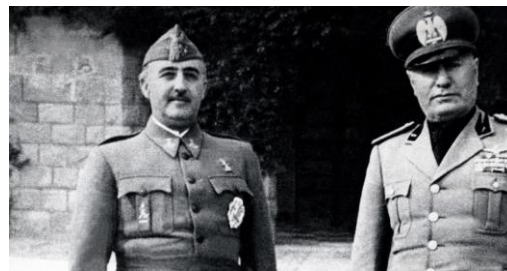


Figura 32. Franco con Hitler y con Mussolini.

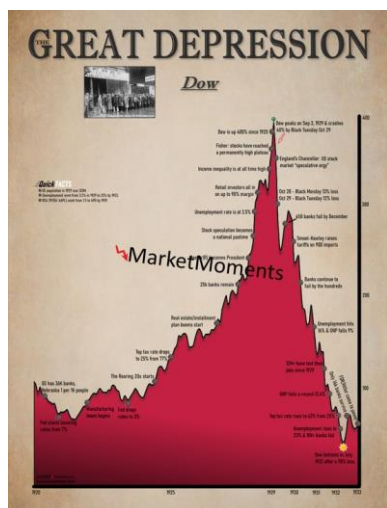
Fuente: <https://www.amazon.es/Hitler-Franco-Diplomacia-tiempos- y https://elmilenio.info/2021/02/11/hace-80-anos-mussolini-le-aconsejaba-a-franco-que-no-ingresara-en-la-segunda-guerra-mundial/Escrita/dp/8408073826>

En la Guerra Civil se enfrentaron las dos mitades de España y terminó con un elevadísimo número de muertos, la rotura ideológica profunda y la victoria de los rebeldes. Franco fue designado como «Jefe del Gobierno del Estado» y gobernó dictatorialmente hasta su muerte en 1975¹²¹.

Sin la profundidad histórica formal ni la presentación de la multitud de detalles que configuraron esta época tan convulsa, se ha considerado que era conveniente hacer esta narración resumida que se espera pueda aclarar cuáles fueron las principales circunstancias que dieron origen a la guerra civil que, como veremos, significó un retroceso muy importante tanto en la búsqueda de avances políticos modernistas como para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en España.

Las principales características del gobierno de Franco (1939-1975) fueron: «autoritarismo, anticomunismo, unipartidismo, militarismo, represión, ultra-catolicismo, corporativismo, censura, slogans y publicidad» (Equipo editorial de [Editorial Etecé](#) 2016). Al mismo tiempo que ocurría la república y después la guerra española, en el mundo se estaban dando situaciones conflictivas muy profundas.

Por una parte La Gran Depresión¹²² en Estados Unidos, o crisis de 1929, que se prolongó durante la década de 1930, a partir de la caída de la bolsa de valores de Nueva York y que rápidamente se extendió a casi todos los países del mundo, creando inseguridad, desempleo y miseria, cayendo la renta nacional, los ingresos fiscales, los beneficios empresariales y los precios, la producción de la industria y la agricultura, así como el descenso del comercio internacional. Por otra parte, en Europa se habían extendido ideologías y regímenes totalitarios, de extrema derecha como el fascismo italiano y el nacionalsocialismo alemán, y de extrema izquierda, como el comunismo soviético basado en las ideas marxistas, que también habían dado origen al socialismo y al anarquismo, que tuvieron una importante difusión y acciones revolucionarias en España. La competencia



ideológica y política que tenía lugar en Europa, la confrontación del marxismo-leninismo, el comunismo y el anarquismo con el fascismo-nazismo, así como los

¹²¹ <https://humanidades.com/franquismo/#ixzz7uo0liHs1>

¹²² https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Depresi%C3%B3n

problemas económicos que tuvieron lugar y que produjeron estas corrientes encontraron en España un lugar abonado para expresarse.

Para el interés de nuestros análisis sobre el desarrollo científico-tecnológico, la guerra civil fue un paréntesis. El hecho más destacado en relación con la ciencia y la tecnología se explicará más adelante, indicando aquí que uno de los efectos más importantes en la ciencia y la tecnología fue el exilio y la persecución de los científicos e intelectuales que no compartían la ideología del régimen dictatorial, que fueron muchísimos. Y por supuesto el cierre y la suspensión de actividades de los grupos de investigación existentes.

Después de la guerra la dictadura franquista continuó con mucha fuerza, manteniendo la represión a las ideas y a la libertad.

La economía en el régimen franquista (1939-1975) puede dividirse en varios períodos, según diferentes criterios pero con coincidencia en las principales fechas y características (Rivas 2014; Equipo editorial de [Editorial Etecé](#) 2016); Varela 2006).

Los primeros años (1939-1953) fueron de aislamiento y pobreza. La Organización de las Naciones Unidas (ONU), creada al terminar la segunda guerra mundial, excluyó a España debido al apoyo que dio a los regímenes fascista y nacionalsocialista (Alemania e Italia) durante la guerra, aunque Franco había declarado que España era neutral.

Todo el período (1939-1959) estuvo marcado por un enfoque autárquico, como vía para el desarrollo del capitalismo español, que se siguió como una combinación de la ideología del régimen con el aislamiento impuesto por los demás países. Este modelo fue un fracaso y se abandonó y cambió por un modelo desarrollista en 1959, en el que el Plan de estabilización fue el que marcó la pauta.

No se puede comenzar ningún análisis sin referirse a la pérdida de capacidades humanas perdidas como consecuencia de la guerra, muertos, presos y exiliados, porque entre los vencidos había un potencial humano de muy alto nivel, que hubiera sido capaz de desarrollar económicamente a España.

En la primera etapa de autarquía el enfoque fue muy proteccionista, no sólo se quería proteger a la industria nacional, se buscaba lograr la autosuficiencia económica frente al exterior. El régimen tenía una preferencia por la agricultura ya que fue de ahí donde [el Movimiento Nacional](#) había tenido mayor apoyo, mientras que las izquierdas lo habían conseguido en las ciudades. En realidad las consecuencias de haber apoyado a los países fascista y nacionalsocialista durante la II Guerra Mundial impedían comerciar con los demás países europeos¹²³. Hay que también considerar que los sectores más influyentes del capitalismo español evitaban la competencia con el capital extranjero. En aspectos industriales España contó con el apoyo de sus países amigos, Alemania e Italia, especialmente del [Instituto para la Reconstrucción Industrial \(INI\)](#) italiano. Muchos proyectos fracasaron al chocar los objetivos autárquicos con los criterios de racionalidad económica, altos costos, falta de análisis de rentabilidad, numerosa contratación de asistencia técnica. Primaron los objetivos intervencionistas a la prioridad del sector privado. Se pusieron muchos controles burocráticos que perjudicaban el buen desempeño de las actividades productivas y su distribución. Las posibilidades de aprovechar estas circunstancias por los que estaban cerca del poder hacen que Biescas (1989) se plantee «No resulta aventurado lanzar la hipótesis de que muchas de las

¹²³ En 1946 La ONU había condenado a la dictadura franquista por haber colaborado con los países fascistas durante la II Guerra Mundial. Esto se aplicaba a todas las organizaciones internacionales. A partir de 1950 progresivamente esta política se fue suavizando, pero se mantenía económicamente debido a la política autárquica española, que estaba en contra de la que seguían los países europeos estimulando el libre mercado.

actuales fortunas que se exhiben en España tienen su origen en prácticas fraudulentas – aunque consentidas – a lo largo de los primeros años de la postguerra».

El resultado de esta etapa fue tecnología obsoleta, baja productividad, ausencia de técnicas y métodos de gestión modernos, escasa dimensión de las plantas industriales, construidas para atender el pequeño mercado interno.

En 1957 hubo un cambio de gobierno, entrando un grupo de varios nuevos ministros pertenecientes al Opus Dei, con buena formación intelectual en el campo económico. Reconociendo el fracaso del modelo autárquico propusieron un conjunto de medidas para cambiar la orientación de la política económica. El plan buscaba conseguir estabilidad económica, equilibrio en la balanza de pagos y robustecimiento de la moneda. Se propuso una reforma fiscal, el fomento de la inversión extranjera, medidas para reducir la inflación, etc. Aparte de buscar un equilibrio interno y externo se quería incorporar a la economía española en los mercados internacionales y sanear la economía para lograr el crecimiento económico.

En 1957 España obtuvo una ayuda económica de Estados Unidos por 205,6 millones de dólares, pero Estados Unidos quería que España buscase y obtuviese créditos de las organizaciones internacionales (FMI, Banco Mundial) y fue ayudando a España a que se relacionara con los demás países y con las organizaciones internacionales.

En este proceso hay que tomar en cuenta el interés de los Estados Unidos por incorporar a España en su dispositivo militar en el contexto de la guerra fría (Biescas 1989).

El interés de Estados Unidos influyó decisivamente para que se fueran revocando las resoluciones internacionales contra la dictadura y que España entrara en la ONU en 1955.



Figura 33. Franco abraza a Eisenhower,

Fuente:

<https://www.elmundo.es/album/espana/2016/07/08/577bd747268e3e21128b45f7.html>

En el año 1959, el 21 de febrero, se publica un [Plan de Estabilización](#) iniciándose un proceso para transformar profundamente la estrategia económica española. Los gestores del Plan de Estabilización estuvieron también muy influenciados por los planes de recuperación económica que seguían Alemania y Francia después de la II Guerra Mundial (Sánchez y Sanz 2019) y del aprendizaje de los conceptos y estrategias de la Economía Social de Mercado que tuvo uno de los economistas redactores del Plan de

Estabilización, [Juan Sardá](#). Otro antecedente que influyó en las decisiones económicas tomadas fue el informe sobre la economía española preparado por la OECE¹²⁴ en 1959, sobre la situación económica en España (Rodrigo 2016).

El Plan de Estabilización produjo un importante crecimiento económico en España en los años sesenta, se habló inclusive de [Milagro económico español](#). Esto duró hasta 1973, años de la crisis petrolera, en la que regresaron a las prácticas intervencionistas por razones políticas y económicas que favorecieran a las grandes corporaciones españolas, dominadas por la banca. Estas medidas significaron una pesada carga para la modernización de la economía durante el proceso de transición democrática a la muerte del general Franco en 1975.

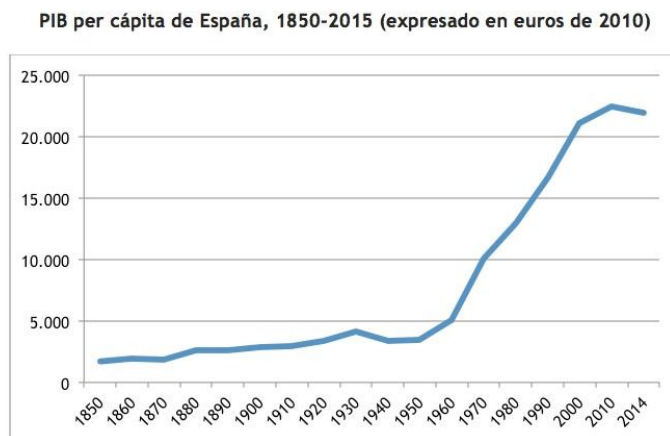


Figura 34. PIB per cápita en España, 1850-2015.

Fuente: <https://www.libremercado.com/2016-08-27/como-el-plan-de-estabilizacion-de-1959-disparo-el-crecimiento-economico-en-espana-1276581204/>

Entre 1959 y 1969 España tuvo un período de importante desarrollo económico, pero que no fue acompañado por una apertura política y social. Se mantuvieron prohibidas las expresiones políticas distintas a las del régimen y su partido político, la «[Falange](#)». Se mantuvo la represión con la cárcel y la ejecución de los disidentes, surgiendo manifestaciones opositoras, fueron también aumentando las huelgas, las protestas y el malestar social, a lo cual se sumó la condena internacional por los crímenes y abusos cometidos en las últimas cuatro décadas. Todo eso fue debilitando al régimen, al mismo tiempo que la salud de Franco se iba deteriorando.

Franco decidió entonces nombrar como sucesor y rey a [Juan Carlos I](#), nieto de Alfonso XIII, a quien Franco había estado formando para ese cargo. Dejaba fuera a [Juan de Borbón](#), padre de Juan Carlos e hijo de Alfonso XIII, a pesar de que éste aún estaba vivo.



En la madrugada del 20 de noviembre de 1975 murió Franco como consecuencia de un fallo multiorgánico, después de largo tiempo enfermo en el que había tenido varios infartos, hemorragias internas, operaciones y todo

¹²⁴ La OECE (Organización Europea de Cooperación Económica) fue el organismo creado para gestionar la ayuda del Plan Marshall para la recuperación de los países europeos, especialmente Alemania después de la II Guerra Mundial, que no había permitido a España que fuera parte.

tipo de actuaciones médicas para prolongarle la vida. Se duda inclusive de la hora de su muerte. Todo debía quedar bien arreglado para que hubiera una transición tranquila. Con su muerte se terminaron 38 años de una cruel dictadura.

Muerto Franco asumió el gobierno el rey Juan Carlos I y se designó a [Carlos Arias Navarro](#) como Presidente del Gobierno, quien había ocupado ese cargo en los últimos años del gobierno de Franco. Arias Navarro no tuvo el liderazgo necesario, mostraba resistencia a los cambios que otros ministros proponían e insistía en preservar el legado del dictador. Fue continuamente superado por aquellos ministros de mayor empuje, en una sociedad que reclamaba públicamente la normalización democrática. A eso se sumaron hechos de violencia armada para controlar en dos ocasiones acciones populares, por lo cual después de conversaciones con el rey terminó presentando su dimisión en 1976.

El rey recurrió entonces a nombrar a [Adolfo Suárez](#) en su sustitución.

Suárez era muy desconocido para la opinión pública en aquel momento, aunque había sido miembro del gobierno de la dictadura. Sin embargo, como presidente del Gobierno, Suárez fue una de las figuras clave de [la transición española](#), proceso a través del cual se dejó atrás el régimen dictatorial de Francisco Franco y España se constituyó en Estado social y democrático de derecho.

Para entender mejor qué fue lo que pasó en la transición y por qué, es conveniente considerar el análisis que hace Rivas (2014) para entender los importantes cambios sociopolíticos y económicos que dieron lugar a la transición. Según él ésta época estuvo caracterizada por «una nueva sociedad moderada y alejada de maximalismos». «en la década de los sesenta y primera mitad de los setenta, se producirá en España un profundo cambio social propiciado, fundamentalmente, por el crecimiento económico». «el resultado de estos cambios se traducirá en el paso de una sociedad eminentemente rural a una sociedad urbana». Se había ido creando una estructura agraria en la que la industrialización y la emigración hicieron desaparecer el gran problema anterior: «la cuestión agraria». En las ciudades apareció una nueva clase urbana obrera, empleada en la industria, que se fue diversificando y cualificando y que fue aceptando el papel del empresario y de la empresa, alejada de posicionamientos revolucionarios, siendo ahora el sindicato su herramienta para lograr beneficios laborales. Hubo un aumento de las clases medias, amantes del consumismo y defensoras a ultranza de la paz. Fueron ocurriendo cambios en las costumbres en general.

Durante su presidencia, Suárez estableció conversaciones con líderes de partidos políticos de la oposición y algunas fuerzas sociales a fin de instaurar un régimen democrático en España. Estableció la [Ley para la Reforma Política](#), que aunque con dificultades y tensiones fue finalmente aprobada por las Cortes franquistas, conteniendo la derogación tácita del sistema político franquista y una convocatoria a elecciones democráticas, que se realizaron en 1977 - las primeras desde 1936 -, en las que Adolfo Suárez fue encargado de formar gobierno, comenzando el proceso de construcción de la democracia en España y de la redacción de [una nueva constitución](#), que fue aprobada en referéndum el 6 de diciembre de 1978 y que sigue vigente y tiene actualmente esa fecha como fiesta nacional.

A principios de 1981 dimitió Adolfo Suárez. Durante la celebración de la votación en el Congreso de los Diputados para elegir como sucesor a Leopoldo Calvo-Sotelo (UCD) se produjo el golpe de Estado dirigido por el teniente coronel de la Guardia Civil [Antonio Tejero](#) y otros, que fracasó.

Calvo Sotelo encontró grandes dificultades para gobernar (entre otras la imposibilidad de Aprobación de los Presupuestos Generales del Estado y los Estatutos de Autonomía de las regiones), por lo que disolvió el Parlamento y convocó a [elecciones anticipadas](#).

Éstas fueron celebradas el 28 de octubre de 1982 y han tenido carácter histórico. Fueron ganadas por el PSOE, conducido por [Felipe González](#), consiguiendo una amplia mayoría absoluta (202 de los 350 escaños del Congreso, con un 48,11% de los votos). Un partido de izquierdas o progresista iba a formar gobierno, por primera vez desde la II República española. La mayoría de los historiadores sitúan en este acontecimiento el final de la Transición, aunque alguno lo prolonga hasta el 1 de enero de 1986, cuando se produjo la entrada de España en la [Comunidad Europea](#).

El PSOE continuó dominando la vida política española hasta 1996. La permanencia de [Felipe González](#) en el poder durante cuatro períodos, en total 14 años, sigue siendo el período más largo de gobierno continuo por un Presidente del Gobierno elegido democráticamente.

Fueron muchos los cambios que se realizaron durante el gobierno del PSOE. España se fue modernizando, se fue desarrollando económica y socialmente, integrándose a la comunidad internacional, especialmente a Europa. Veremos oportunamente como afectaron el desarrollo científico y tecnológico de España, que es nuestro tema central de interés.

14.1. La ciencia en el siglo XX. Avances y estancamiento

El desarrollo de la ciencia española a principios del siglo XX fue importante. A este período se le ha considerado como «[la edad de plata de la ciencia española](#)»¹²⁵. En todo el desarrollo español hay que comprender la influencia que ha tenido la Iglesia Católica en sus valores y organización política, pero también en relación con la ciencia. (Sánchez 2020)

En el siglo XX, al principio, hubo un interesante despegue de la dedicación a la ciencia que permitió que un español, [Santiago Ramón y Cajal](#), obtuviera el premio Nobel en Medicina en 1906, sin embargo según Otero (2000) hubo que esperar hasta el último cuarto de siglo para que España comenzara a resolver dos grandes problemas: la instauración de un régimen democrático y la incorporación a Europa. Se apuesta así al desarrollo de la ciencia y a la constitución de un verdadero «[sistema científico nacional](#)». Dos avances: el ambiente de libertad y el reconocimiento de la necesidad de superación económica y organizacional de España, son los que permitieron disminuir las diferencias que España tenía en relación con su desarrollo socioeconómico, productivo, competitivo y del nivel de vida de sus habitantes. Dieron importancia también a la necesidad de avanzar en la industrialización y en el desarrollo científico y tecnológico como puntales de la economía.

[Luis Enrique Otero Carvajal](#) ha sido uno de los estudiosos que más ha trabajado el tema del desarrollo de la ciencia en España en este siglo, por lo que a continuación el análisis que se presentará está basado en las lecturas de varias de sus publicaciones (Otero 2000; Otero 2001, Otero 2006; López y Otero 2010), utilizando muchas veces sus mismas expresiones, que le dan una gran calidad y fuerza.

En el último tercio del siglo XIX, en el Sexenio Democrático se introdujeron cambios para renovar el Saber en España, pero todavía en 1900 la situación de la ciencia era precaria. Las ciencias biomédicas fueron incorporando las nuevas corrientes científicas aunque la exposición abierta de las tesis darwinistas originó la «circular Orovio», prohibiendo la libertad de cátedra. Es destacable la oportunidad que tuvo Cajal de comenzar a trabajar en el campo de la histología y aprender técnicas que le llevaron a

¹²⁵[https://www.academia.edu/4971909/La Edad de Plata de la ciencia espa%C3%B1ola La Junta para Ampliaci%C3%B3n de Estudios 1907 1939?auto=download](https://www.academia.edu/4971909/La_Edad_de_Plata_de_la_ciencia_espa%C3%B1ola_La_Junta_para_Ampliaci%C3%B3n_de_Estudios_1907_1939?auto=download) - <https://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/view/HICS0101110149A/19489>

desarrollar trabajos relacionados con el sistema neurológico, desarrollando la teoría neuronal, que le permitió conseguir el Premio Nobel. Cajal era ya famoso internacionalmente en 1900, cuando recibió el premio Moscú. Su prestigio y la presión social llevó al gobierno español a crear para Cajal el [Laboratorio de Investigaciones Biológicas](#) en 1901, una de las instituciones básicas de la ciencia española del siglo XX. Este desarrollo de las ciencias biomédicas contrastaba con el estado de postración de la ciencia española, que tenía escasos recursos públicos y funcionaba en una economía poco desarrollada y estructuras universitarias anquilosadas.

Las esperanzas por conseguir mejores oportunidades se dieron con la creación de la Institución Libre de Enseñanza (ILE), creada por los profesores expulsados de la Universidad por la «circular Orovio».

Los científicos e intelectuales más relevantes de la generación del 98 se vincularon a la ILE y eso llevó a la creación de la «[Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas \(JAE\)](#)» en 1907, de la cual fue presidente Ramón y Cajal (1852-1934) hasta su muerte y estuvo liderada sobre todo por su secretario y eminencia gris, [José Castillejo](#). La literatura sobre la JAE es muy extensa, muchos han aportado análisis que vale la pena revisar para entender el significado que tuvo¹²⁶ Esta institución marcó un antes y un después en la historia de la ciencia española, comenzando lo que se ha dado en llamar «la Edad de Plata de la Ciencia Española». «La Junta fue el organismo que mayor impulso dio al desarrollo y difusión de la ciencia y cultura españolas a través de un programa muy activo de intercambio de profesores y alumnos y el establecimiento de becas para estudiar en el extranjero (pensionados)», «en su seno se formaron y trabajaron los mejores intelectuales y científicos de España entre 1907 y 1939».

([Wikipedia](#))

El cambio de gobierno de liberales a conservadores afectó la labor, la eficiencia y dinamismo de la JAE, pero a pesar de todas las dificultades fue un pilar esencial del despertar de la ciencia en España durante el primer tercio del siglo XX. La JAE resultó fundamental para el impulso y la gestión de las instancias en el extranjero de los profesores y jóvenes científicos españoles, a través de un plan de pensiones (becas), para que completasen su formación académica y científica. Eso permitió que tomaran contacto con las líneas de investigación de la ciencia internacional y con las instituciones científicas extranjeras. La JAE se ocupó de la creación de un conjunto de centros y laboratorios, instituciones científicas, que tuvieron un desarrollo logrando que muy pronto la ciencia española adquiriera reconocimiento internacional. Además sirvió para dar continuidad a la formación adquirida por los científicos en el extranjero. Si el conjunto de centros e institutos fue importante, también lo fueron los intelectuales y científicos que los dirigieron, [Santiago Ramón y Cajal](#) que estuvo al frente de la JAE y del [Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales](#) desde 1910. Cajal tuvo como lugarteniente y continuador a [Blas Cabrera](#) (importante físico español, director del [Laboratorio de Investigaciones Físicas](#) entre 1910 y 1937, y rector de la [Universidad Central de Madrid](#) en 1931., que murió en el [exilio republicano en México](#)). Cajal contó también con Ramón Menéndez Pidal, al frente del [Centro de Estudios Históricos](#), en Madrid.

La JAE agrupó, desarrolló y dotó con nuevas instalaciones (laboratorios, bibliotecas, etc.) a instituciones ya existentes como el [Museo de Ciencias Naturales](#), el [Museo Antropológico](#), el [Real Jardín Botánico de Madrid](#) o la [Estación Biológica de Santander](#); asimismo coordinó laboratorios como el de

¹²⁶ <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=501465>

Investigaciones Biológicas, el de Investigaciones Físicas, la [Estación Alpina de Biología del Guadarrama](#), la [Misión Biológica de Galicia](#), o la [Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas](#). Además, la JAE, desde su nivel de alto organismo público, sincronizó y apoyó las actividades de espacios docentes especiales como el [Instituto-Escuela](#) o la [Residencia de Estudiantes](#), para los que habilitó el Seminario Matemático y los Laboratorios de Química, Fisiología, Bacteriología. ([Wikipedia](#))

Una de las instituciones más notables fue la Residencia de Estudiantes¹²⁷ fundada en 1910 y que estuvo activa hasta 1936. Fue el primer centro cultural de España y una de las experiencias más vivas y fructíferas de creación e intercambio científico y artístico de la Europa de entreguerras. La Residencia se proponía complementar la enseñanza universitaria mediante la creación de un ambiente intelectual y de convivencia adecuado, manteniendo un diálogo permanente entre

Los objetivos de la JAE

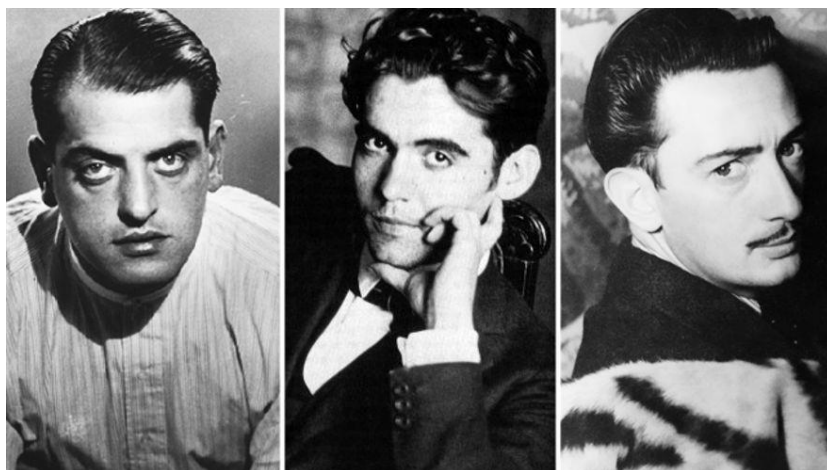
Artículo 1º del Real Decreto

1. El servicio de ampliación de estudios dentro y fuera de España.
2. Las delegaciones en Congresos científicos.
3. El servicio de información extranjera y relaciones en materia de enseñanza.
4. El fomento de los trabajos de investigación científica.
5. La protección de las instituciones educativas en la enseñanza secundaria y superior.

ciencias y arte. Regularmente se invitaban como visitantes o residentes a importantes intelectuales, como: [Miguel de Unamuno](#), [Alfonso Reyes](#), [Manuel de Falla](#), [Juan Ramón Jiménez](#), [José Ortega y Gasset](#), [Pedro Salinas](#), [Blas Cabrera](#), [Eugenio d'Ors](#) o [Rafael Alberti](#), entre muchos otros. Muchos intelectuales españoles ampliamente conocidos mundialmente (científicos, artistas, literatos) se desarrollaron ahí ([Dalí](#), [Buñuel](#), [García Lorca](#), [Severo Ochoa](#)).

La influencia de la JAE en distintas especialidades fue determinante en la creación de instituciones, laboratorios, institutos y publicaciones científicas y en la formación de científicos en el extranjero. Puso las bases para la modernización y desarrollo de la investigación y de las universidades, producto sobre todo del apoyo de las personalidades más destacadas de la ciencia y la intelectualidad española, del aporte de los profesionales que salieron a formarse internacionalmente y también del talante respetuoso del rey Alfonso XIII.

¹²⁷ https://www.academia.edu/5236906/Residencia_de_Estudiantes_de_la_JAE



Buñuel – Lorca - Dalí.

Figura 35 Importantes intelectuales en la Residencia de Estudiantes.

Fuente: https://www.eldiario.es/cultura/libros/lorca-madrid-triangulo-dali-bunuel_1_1571860.html

Durante la dictadura de Primo de Rivera la JAE siguió existiendo pero sin un desarrollo claro, sobrevivió y fue con la Segunda República que volvió a florecer.

En estado de la ciencia en el período de la Segunda República no parece haber sido estudiado con el detalle que se ha hecho en otros momentos, pero según Ribagorda (2017) fue «cuando se produjo una mayor sintonía entre los principios y la mayor arte de las personas que habían alumbrado el florecer de la ciencia española y la democratización del país. En los escasos años de los que dispuso la Segunda República, el nuevo régimen no hizo sino dar continuidad y facilitar los medios para que esas trayectorias investigadoras e institucionales se acrecentasen». En la II República, en 1934, se crearon los Laboratorios de Química en Salamanca y Oviedo, de Geoquímica en Santiago, de Metalurgia en Valencia, de Hematología en Zaragoza y otros. En 1932 se creó el Instituto Cajal, sobre la base del [Laboratorio de Investigaciones Biológicas](#) al que dirigía Cajal, al que se integró el Laboratorio de Fisiología Cerebral. También se debe citar el Laboratorio de Histología Normal y Patológica de Nicolás Achúcarro y el Instituto Nacional de Oncología que se integraron en 1928 para constituir el Instituto Nacional de Cáncer.

Además de la consolidación, refuerzo y creación de instituciones científicas, en 1934 se llevó a cabo el IX Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada que aunque se había convocado durante la dictadura de Primo de Rivera había tenido que paralizarse por la crisis económica de 1929. Se celebró finalmente en Madrid, precedido por la Reunión Internacional de Ciencias Químicas de la Universidad Internacional de Santander. A este evento asistieron más de 1200 personas de todo el mundo. En 1935 se tomó otra interesante iniciativa. «Las Misiones culturales en el extranjero», en las que un profesor de Letras y otro de Ciencias exportarían el saber español al resto del mundo. Se hicieron dos viajes, uno a Portugal y otro a Filipinas. Durante la Guerra Civil el gobierno de la II República acordó que todos los trabajos científicos prosiguieran o se reanudaran con la mayor intensidad siempre que las circunstancias lo permitieran, dándole preferencia a los que se aplicaran a las necesidades de la guerra. Durante la guerra muchos científicos tuvieron que exiliarse. Los que continuaron en España se reunieron y publicaron diversos manifiestos dirigidos a todo el mundo condenando la guerra y protestando por la barbarie fascista. (González 2010)

Las instituciones creadas por la JAE podrían figurar en el panorama de la ciencia internacional. Cuando comenzó la Guerra Civil en 1936, la JAE fue contemplada como sospechosa por el régimen de Franco por su espíritu liberal. También porque algunas de las personas vinculadas a la JAE habían participado en el gobierno de la II República; por ejemplo, [Juan Negrín](#)¹²⁸, importante investigador en el campo de la Fisiología, fue ministro de Hacienda y presidente del gobierno durante la guerra civil.

El gobierno de Franco persiguió a todos los que diferían de sus maneras y pensamiento. Las instituciones fueron intervenidas o cerradas y muchos de sus miembros expulsados de las instituciones. Una gran parte del capital humano de la cultura y de la ciencia española tuvo que exiliarse y muchos otros fueron excluidos de la práctica profesional. El régimen franquista acabó con todo lo que se había avanzado en la ciencia y en todos los dominios intelectuales. Persiguió, encarceló o fusiló a los que nos estuvieron de acuerdo con su ideología y a los que habían manifestado simpatías o participado de alguna manera con la República y las ideas progresistas.

La JAE terminó su existencia en la guerra civil. En 1938 el régimen traspasó los servicios de la JAE al [Instituto de España](#) y a las universidades. Terminada la guerra en 1939, creó el [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#), para que éste fuera el principal actor en la construcción de la política científica española, quitándole esas funciones al Instituto de España, que quedó como enlace de las Reales Academias y de éstas con el Ministerio de Educación Nacional.

El lenguaje empleado para la construcción del CSIC tenía ya un carácter retrógrado que unía a la ciencia con la tradición católica.



Después de la guerra, en la primera etapa del franquismo, el enfoque ideológico y económico fue, como ya hemos mencionado, la autarquía, una política de autosuficiencia que también se aplicó en el ámbito tecnológico. En la búsqueda de la autonomía tecnológica se emitió una [Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional](#) en 1939 y se creó el [Instituto Nacional de Industria](#) en 1941. Muchos de los esfuerzos tecnológicos fracasaron por estar fuera de las posibilidades reales disponibles, a lo que contribuyeron la destrucción de la infraestructura durante la guerra, la falta de capital humano que se había tenido que exiliar y las deficientes condiciones económicas.

Para evitar el aislamiento en que estaba España internacionalmente en 1942 se creó el [INTA \(Instituto Nacional de Tecnología Aeronáutica\)](#) contando con el apoyo de [Theodore von Kármán](#), ingeniero húngaro residente en los Estados Unidos, considerado como el mayor especialista en aeronáutica del siglo XX. Entre las primeras funciones del INTA, estuvo responsabilizarse por el control de los aparatos de aviación comercial. Más adelante, cuando en Estados Unidos se creó la NASA en 1958, Estados Unidos se interesó en utilizar España para instalar estaciones que permitieran el control de los vuelos espaciales. España aprovechó esta oportunidad por medio del acuerdo general que estableció con los Estados Unidos en 1960. La NASA vio las ventajas que podían

¹²⁸ <http://www.residencia.csic.es/jae/protagonistas/33.htm>, <https://fundacionjuannegrin.es/juan-negrin-y-la-edad-de-plata-de-la-ciencia-en-espana-por-otero-carvajal/>, https://es.wikipedia.org/wiki/Juan_Negr%C3%ADn

obtenerse si se ponía una antena en la isla de Gran Canaria, instalando la llamada [Estación de Maspalomas](#), que fue totalmente operada por técnicos norteamericanos, con presencia de personal español para que conocieran los equipos y métodos de trabajo. El INTA comenzó a llamarse Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial. El INTA también buscó y consiguió ser miembro de la [Organización Europea para la Investigación Espacial \(ESRO\)](#). España se convirtió en un punto geográfico interesante para las comunicaciones espaciales, lo que llevó a la instalación en diversos puntos de nuevas estaciones para el seguimiento espacial para las comunicaciones con las misiones norteamericanas Apolo y Mariner. En 1966 la NASA solicitó al gobierno de España un emplazamiento para situar un campo de lanzamiento de cohetes meteorológicos, escogiendo el sitio El Arenosillo, en la provincia de Huelva. La NASA cedió equipos de radar y meteorológicos y rampas para cohetes, haciendo que el sitio se convirtiera en un campo de lanzamiento de interés internacional.

Es también interesante ver el comportamiento del régimen de Franco en relación con la energía nuclear por la importancia que le dieron como militares. En 1945, después de las explosiones de las bombas atómicas lanzadas por Estados Unidos sobre Hiroshima y Nagasaki, el gobierno franquista se interesó en el campo de la energía nuclear. Primero lo hizo reservando en favor del Estado los yacimientos de uranio que pudieran encontrarse, declarándolos posteriormente de interés nacional. Tres años más tarde, en 1948, creó la Junta de Investigaciones Atómicas, encargando de su dirección al militar José María Otero de Navascués, que era Director del Laboratorio y Taller de Investigación del estado Mayor de la Armada. Los primeros objetivos fueron: formar personal y estudiar la explotación de los yacimientos de uranio y su procesamiento (Extracción, metalurgia, y física del mineral). España, a pesar de que no era reconocida políticamente por los países democráticos por sus apoyos al fascismo y al nazismo, de todas formas había mantenido ciertas relaciones económicas con algunos países europeos democráticos. En el campo de las energías nucleares comenzó acercándose a científicos italianos y alemanes, intentándolo también con los países democráticos europeos, pero estos formalmente respondieron aprobando el aislamiento político y económico a España, por sus vinculaciones con estos regímenes durante la guerra. En 1951 el régimen transformó la Junta en Junta de Energía Nuclear (JEN), comenzando la investigación sistemática de minerales radioactivos. Como el régimen era militar, en 1963 contrataron a escondidas un estudio sobre posibilidades reales de construir una bomba atómica, negándose a firmar el Tratado de NO proliferación Nuclear. En 1967 es cuando por primera vez se conoció un documento oficial sobre las capacidades españolas para fabricar la bomba atómica. En 1971 otro informe confidencial también lo aseguraba, pero en 1974 un informe «top secret» de la CIA (Agencia Central de Inteligencia de los Estados Unidos) señalaba que aunque España disponía de una serie de facilidades y un extenso programa de desarrollo nuclear necesitaría no menos de diez años para desarrollar un programa de armas nucleares. La posición norteamericana a favor del uso de energía nuclear para aplicaciones civiles, emitida en 1955 por el presidente de los Estados Unidos Dwight D. Eisenhower, facilitó la firma de un acuerdo de cooperación con España que recibió su primer reactor nuclear. A partir de 1960 España comenzó a desarrollar su estructura nuclear, industrial, civil. A principio de los '70 se construyeron las dos primeras centrales nucleares, Garoña y Valdellos, impulsadas fuertemente desde la Administración, por el JEN. En la segunda generación de centrales nucleares intervinieron diferentes empresas españolas, pero existieron diversos contratiempos que paralizaron el desarrollo de nuevas centrales. En los años '80 se construyeron las centrales de una tercera generación en las que las

empresas españolas participaron y se fueron consolidando. En la primera generación la participación española llegó al 43%, en la segunda subió al 75% y en la tercera al 85%. Cuando se firmaron [acuerdos bilaterales con los Estados Unidos](#) se reafirmó la tradicional dependencia tecnológica de la economía española.

Hoy día existen en España 6 centrales nucleares con 7 reactores en funcionamiento, con una potencia total de 7400 MW, que según la presidente del Foro Nuclear en 2008 empleaba a unas 30.000 personas en empleos directos e indirectos, con un alto porcentaje de personal técnico de alta calificación.

El acelerado proceso de industrialización que se siguió en los años sesenta, como consecuencia de las nuevas políticas económicas introducidas por el [Plan de Estabilización](#) de 1959 siguió siendo muy dependiente del capital extranjero.

A finales de los 40 se pudo observar la división entre lo académico y lo tecnológico, lo que llevó a los tecnócratas del Opus Dei a una reorganización del entramado científico-tecnológico. En 1958 se creó la [Comisión Asesora de Investigación Científico-Técnica \(CAYCIT\)](#), dependiendo de la Presidencia y con el CSIC encargado de manejar la infraestructura administrativa, ya que numerosos ministerios habían creado centros de investigación propios. En 1962 se creó la Comisión del Plan de Desarrollo con competencias en la creación y diseño de una política científica pero, a pesar de los esfuerzos puestos para su racionalización, el desarrollo científico-tecnológico no progresó. En 1964 las inversiones en I+D no alcanzaban el 0,19% del PIB. Los tecnócratas del Opus Dei sustituyeron a los militares, cuyo protagonismo venía desde la terminación de la guerra civil. Con los Planes de Desarrollo se fue aumentando la inversión en I+D pero ahora el protagonismo de los tecnócratas generó conflicto en los medios académicos, sobre todo en el CSIC, que se veía relegado en relación con la fijación de objetivos y la asignación de los escasos recursos.

[La transición política](#) (1975-1982), a la muerte de Franco, se encontró con un frágil sistema de ciencia y tecnología en España. Los gastos en I+D en 1975 sólo eran el 0,3% del PIB. Los problemas políticos y económicos de la transición relegaron a un segundo plano la política científica de España. En los últimos gobiernos de la UCD ([Unión de Centro Democrático](#)), partido creado por Adolfo Suárez, se hicieron intentos de racionalización y coordinación de estas políticas. En 1979 se creó un Ministerio de Universidades e Investigación, que duró sólo hasta 1981. En 1977 se había creado el [Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial \(CDTI\)](#) en el Ministerio de Industria y Energía. Este Centro se creó con apoyo financiero del Banco Mundial para impulsar la investigación tecnológica-industrial y superar la importación masiva de tecnología que caracterizó la etapa del desarrollismo de los años sesenta. En noviembre de 1977 el Senado debatió la situación de la ciencia española, haciendo una radiografía cruda de los problemas que la afectaban: dispersión, falta de coordinación, carencia de infraestructura adecuada, escasa conexión de la investigación con las empresas, insuficiencia de recursos para I+D. El sistema era frágil y subdesarrollado. La inversión en I+D estaba estancada en 0,39% PIB. España estaba a la cola de los países de la OCDE en términos de I+D.

La llegada del PSOE al gobierno en 1982 marcó un punto de inflexión. Se dio prioridad a la educación y se favoreció el sistema científico español. Se aprobó un programa de becas para la formación de jóvenes investigadores en el extranjero y se reincorporó a España en los grandes centros europeos (Por ejemplo el [CERN -Centro Europeo para la Investigación Nuclear](#)). Se creó el [Centro Nacional de Microelectrónica](#) y el [Centro Nacional de Biotecnología](#). Se incrementaron los fondos del CSIC y del CDTI y se impulsó el Plan Electrónico e Informático Nacional para favorecer el despegue

industrial de las nuevas tecnologías de información. También se apoyaron las iniciativas que habían tomado otros ministerios.

El 14 de abril de 1986 se aprobó la Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica, más conocida como [La Ley de la Ciencia](#), que pretendió organizar un sistema de ciencia y tecnología consistente, capaz de superar el atraso del país. Este fue un punto de quiebre y con la continuación hasta ahora de un gobierno democrático amerita que se estudie de otra manera, ya que a lo largo de todos estos años han existido Políticas, Acciones, Planes y Estrategias que han configurado un sistema Español de Ciencia Tecnología e Innovación, cuyos resultados y formas de funcionamiento pueden y deben ser estudiados más a fondo. Ya en la Parte I se ha mostrado que existe un conjunto de instituciones científicas, que existen importantes empresas que se basan en la innovación para su desarrollo y otro conjunto de iniciativas.

Puede decirse que el desarrollo C y T de España en los siglos XIX y XX ha sido importante, sin embargo normalmente se aprecia que no ha sido comparable al que ha tenido lugar en otros países europeos y asiáticos. Hoy día esto se evidencia cuando se analiza el conjunto de indicadores que algunas instituciones internacionales estudian y publican y se comparan con los de otros países. Esa discusión se realizará en la Parte III. Conviene aclarar que a medida que, tal como se ha ido organizando el sistema de ciencia y tecnología español, la importancia que se le venía dando a las personas para mostrar el desarrollo de la ciencia ha cambiado mucho. Ahora la ciencia y la tecnología se realizan en instituciones y muchas veces se desconoce el nombre de las personas que más contribuyeron a los avances. Una aproximación que nos permite apreciar el papel de los científicos en España, es recurrir, como ya hemos hecho antes, a la información que da [Wikipedia](#) cuando analiza los [Científicos en España en el siglo XX](#) como categoría. Ésta abarca 22 subcategorías en cada una de las cuales menciona el número, los nombres y una síntesis de las realizaciones de esos científicos y las actividades que desarrollan, señalando las fechas en que vivieron. A continuación se presenta una lista de áreas y del número de investigadores en cada una de ellas, las de la ciencia básica, medicina y otras, incluyendo lo que ahí se señala como inventores:

Tabla 7. Científicos en España en el siglo XX

Especialidad	Cantidad
Matemáticos :	126
Físicos:	125
Químicos:	119
Biólogos:	111
Astrónomos y astrofísicos:	59
Arqueólogos:	258
Médicos:	406
Genetistas:	11
Farmacéuticos:	157
Inventores:	60

Fuente: Wikipedia

Se observa que la mayor cantidad de investigadores se dedican a la medicina y farmacia, pero también tiene importancia la arqueología, quizás derivada de los importantes descubrimientos recientes de restos humanos muy antiguos y de los de las colonizaciones romanas y otras.

Desde luego hay que profundizar más para conocer la importancia y aportes de esas personas. Las categorías señaladas no incluyen explícitamente las áreas tecnológicas

más actuales, relacionadas con importantes campos en ingeniería relacionados sobre todo con las nuevas tecnologías de la información, la digitalización, los nuevos materiales, en los que hay importantes desarrollos científicos y en los que existen hoy diferentes grupos de trabajo en España.

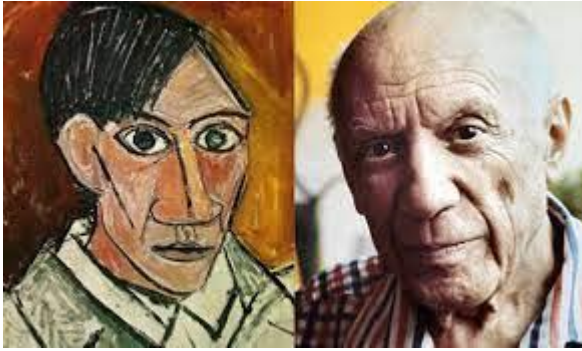
14.2.El arte español en el siglo XX

14.2.1.La pintura en el siglo XX

Políticamente los conflictos y la inestabilidad del siglo XIX llevó a que «España a principios del siglo XX era un país que parecía incapaz de asumir la plena modernidad pero que mantuvo una conexión permanente con las corrientes más novedosas europeas», pero en Dossier Vademente (2020) se plantea que «La cultura de la modernidad progresó más que la política» y que «Todos los factores tradicionales que habían participado en la producción artística: géneros, fuentes de inspiración, técnicas de ejecución, mercantilización, uso, valor social o cultural, patrones y mecenas, su razón última de ser, todos, cambiaron. En paralelo también lo hizo la condición social y personal del artista, la importancia de su libertad creativa, de su propia conciencia como creador, de su implicación política».

En los siglos XVIII y XIX España fue muy diferente a la España de los siglos anteriores, en los que con su imperio había sido conductora de la sociedad europea. No se puso al día de los cambios culturales, políticos, organizativos y en el conocimiento que estuvieron sucediendo en Europa, no siguió un proceso de industrialización ni de desarrollo económico. Su política fue inestable. Sin embargo los intelectuales estuvieron al tanto de las transformaciones que iban ocurriendo y se expresaron de distintas maneras, mediante obras en las que tenían capacidades, mediante manifiestos, movimientos culturales. Veremos entonces que en la primera mitad del siglo XX, «El Arte Español hará su transición a la modernidad en paralelo a los procesos culturales europeos, de manera más ambigua, menos revolucionaria pero con una creatividad y calidad a la altura y después deslumbrando al resto». (Dossier Vademente, 2020)

Los pintores europeos, hasta bien entrado el siglo XX, dependían de lo que se les encargara pintar, no tenían casi libertad para decidir el tema a pintar. En Francia eso cambia con el impresionismo porque el pintor sale al aire libre y se rebela con lo impuesto por las Academias. En España ya Goya inició ese camino, también otros comenzaron a pintar escenas costumbristas ya que distintos pintores hicieron pintura de paisajes, al aire libre, que fueron bien aceptadas y pagadas por la burguesía, desde finales del siglo XVIII. Las Academias seguían condicionando las actividades artísticas y la formación de artistas, pero progresivamente el mercado fue cambiando, dejando de ser fundamentales los mecenas anteriores, la Iglesia, el Estado, los nobles. La burguesía compraba las nuevas obras, las Exposiciones eran el sitio en que se daban a conocer los artistas, donde vendían su producción, sin dejar de que también se atendieran encargos. En el siglo XX en pintura existió en España una marcada heterogeneidad, lo que hace necesario referirse más a los diferentes artistas ya que hubo una sucesión muy rápida de corrientes artísticas. El siglo XX en su primera mitad estuvo sujeto a una gran agitación social: la ascensión al trono de Alfonso XIII (1902) arrastra al sistema de partidos establecido por Cánovas, en 1909 tiene lugar [«la semana trágica»](#), en 1921 [el desastre de Annual](#) en la guerra del Rif en África, en 1923 [la Dictadura de Primo de Rivera](#), en 1931 [la Primera República Española](#) y en 1936 el [Golpe de Estado de Francisco Franco](#), hasta la muerte de [Franco](#) en 1975. Sin embargo, a pesar del aislamiento político y económico de España y de que la mayor parte de los intelectuales tuvieron que exiliarse, existieron en todas las artes personajes de nivel mundial.



Uno de los pintores españoles del siglo XX más conocidos y destacados nacional e internacionalmente fue [Pablo Picasso](#) (1881-1973). De padre pintor y dibujante, empezó a pintar a los 8 años e hizo su primera exposición en La Coruña cuando tenía 13 años. Después, al mudarse la familia a Barcelona estudió pintura en la Escuela de Bellas Artes de la Lonja. En septiembre de

1897 marchó a Madrid para iniciar estudios en la [Academia de San Fernando](#), abandonándola pronto. Regresó en 1899 a Barcelona, donde comenzó a frecuentar la cervecería [Els Quatre Gats](#), insignia de la bohemia modernista. Como el centro de la vida artística estaba en París, allí se fue Picasso en 1900 para asistir a la [Exposición Universal](#), donde se exhibía una obra suya. Allí se estableció, conociendo las principales novedades y artistas de principios del siglo XX, pintores, escritores, poetas y políticos, que después fueron importantes. Con grandes dificultades económicas pintó a gran velocidad para darse a conocer, vender sus obras y poder sobrevivir. Su fama fue creciendo y asimismo el precio de sus obras. Es tan grande y variada su obra y los cambios que tuvo a lo largo del tiempo que escapa de las posibilidades de describirla aquí. Vale la pena indicar que al principio mantuvo un estilo figurativo muy influido por las pinturas del Greco y de otros pintores y amigos. En el período 1907-1917 rompió con el estilo anterior entrando en el cubismo, en el que adquirió gran fama. Después entre 1920 y 1930 en Italia cultivó otro estilo. En 1937, respondiendo a un encargo del gobierno de la República Española, que con motivo de la Exposición Universal de París, en plena guerra civil, quería resaltar el desastre causado en la ciudad de Guernica por el bombardeo realizado por la Legión Cóndor alemana, a petición del general Franco. Picasso aceptó el encargo y elaboró su famoso cuadro: El Guernica, mostrando el gran horror de la guerra y de esa matanza.



Figura 36. Pablo Picasso. El Guernica,

http://www.cossio.net/actividades/pinacoteca/p_01_02/guernica_picasso.htm

De Italia volvió a París y de ahí se fue a vivir, desde 1946 hasta 1973, al sur de Francia, a la Provenza, hasta su muerte.

Picasso fue un artista múltiple, pintor y escultor, grabador y ceramista, con una capacidad de producción impresionante a lo largo de toda su vida y con una creatividad que le ha llevado al mayor reconocimiento mundial. Sus obras, tan apreciadas, fueron adquiridas por personas, galerías, marchantes, museos, políticos y burgueses.

Barcelona fue un importante centro artístico y cultural. Alrededor del bar [Els Quatre Gats](#) se reunieron otros pintores españoles importantes. Entre ellos destacaron: [Ramón Casas](#) (1866-1932), nacido en Barcelona, que fue un pintor célebre por sus retratos de la élite social, intelectual, económica y política de Barcelona, Madrid y París. Fue diseñador gráfico y sus carteles y postales contribuyeron a perfilar el concepto de [modernismo catalán](#).

[Santiago Rusiñol](#) (1861-1931), otro pintor del modernismo catalán, escritor y dramaturgo, cuya pintura está muy influida por los impresionistas. Tiene temática paisajista, tanto rural como urbana, retratos y composiciones simbólicas de inspiración modernista y estuvo muy al tanto del impresionismo francés.

[Isidro Novell](#) (1875-1911), pintor y dibujante español que estudió en la Escuela de la Lonja de Barcelona, perteneciente al modernismo catalán, que estuvo influido por el realismo.

[Salvador Dalí](#) (1904-1989), otro de los geniales pintores españoles del siglo XX, nacido en Cataluña. Pintor, escultor, grabador, escenógrafo y escritor. Comenzó pintando a los diez años, mostrando grandes dotes. En 1922 Dalí se alojó en la célebre [Residencia de Estudiantes](#) de Madrid para comenzar sus estudios en la [Real Academia de Bellas Artes de San Fernando](#). En la Residencia fue amigo de Federico García Lorca y de Luis Buñuel. Se le considera uno de los máximos representantes del [surrealismo](#), conocido por sus impactantes y oníricas imágenes, con un estilo genuinamente personal, extremadamente imaginativo. Su producción es amplia y muy variada en temas. Además de los cuadros trabajó en la concepción de dos películas famosas de [Luis Buñuel](#), con enfoques surrealistas. Hizo también esculturas, decoraciones para espectáculos, ilustraciones para revistas y finalmente la decoración y organización de su propio museo. Amante de la fama y el dinero adoptó públicamente una personalidad y formas de presentación y comportamiento extravagantes, muy influenciados por su imaginación desbordada, que le llevó a ser criticado por el público e inclusive por los miembros del grupo surrealista.

[Joan Miró](#) (1893-1983), pintor, escultor, grabador y ceramista español. Estudió en la Escuela de la Lonja en Barcelona. Es otro de los principales artistas españoles rupturistas en el siglo XX. En sus obras reflejó su interés por el subconsciente de lo «infantil» y por la cultura y tradiciones de Cataluña. En París hizo contacto con el grupo surrealista y a partir de entonces, su obra se vuelve más fantasiosa y onírica, coincidiendo con los puntos del surrealismo e incorporándose a este movimiento. Más adelante al surgir diferencias en el grupo de los surrealistas, tanto en la plástica como en la política Miró, cada vez más individualista, se fue separando pero manteniendo el enfoque surrealista. Se dedicó al collage y después a la decoración para un ballet. Siguió creando nuevas obras, realizando numerosas exposiciones en Barcelona, París, Londres, Nueva York, Berlín y prosiguiendo su permanente trabajo de búsqueda.

Los pintores presentados anteriormente no fueron los únicos pintores españoles del siglo XX, pero su genialidad ha hecho que no se mencionen frecuentemente sino a estos artistas. En Barcelona hubo, como mencioné, un importante movimiento artístico. No sólo en pintura, también en arquitectura. En Madrid también hubo un importante movimiento artístico. Existieron varias escuelas, la llamada «[Escuela de Madrid](#)» y la



«[Escuela de Vallecas](#)» en las que se integraron pintores provenientes de otras provincias, muchos de los cuales iban a estudiar a la Real Academia de San Fernando y a visitar el [Museo del Prado](#). En las principales ciudades era donde había más movimiento cultural. Desde luego, París era la ciudad que tenía un atractivo mayor para el arte. Allí fueron los pintores españoles y pudieron conocer a los principales artistas del momento en pintura, en literatura, en otras artes y en política. Un grupo que surgió en Madrid en 1957 fue «[El Paso](#)», de pintores que sentían una necesidad de hacer una profunda renovación en el panorama artístico y social español, pero que sólo duró dos años. En Barcelona, además de Els Quatre Gats como sitio de reunión y contacto, también se creó en 1945 [el Dau al Set](#), que reunió artistas interesados en el estilo del realismo mágico, entre los que destaca [Antoni Tàpies](#) (1923-2012) y [Modest Cuixart](#) (1925-2007), influidos ambos por las obras de Miró.

En 1924 se creó la [Sociedad de Artistas Ibéricos](#) con el objetivo de incorporar el arte español a las vanguardias. Estuvo activa hasta 1936 y emitió manifiestos, promovió revistas de arte y organizó exposiciones dentro y fuera de España, siendo respaldada por intelectuales y críticos. En 1911 en Bilbao se había creado una [Asociación de Artistas Vascos](#) en la que se reunieron los de esa zona.

14.2.2. La escultura en España siglo XX

En escultura también destacaron varios artistas: [Julio González](#) (1876-1942), miembro de Els Quatre Gats y amigo de Picasso con quien coincidió en experiencias sobre la desmaterialización del arte. Fue uno de los artistas modernos más importantes de la primera mitad del siglo XX tanto en España como en Europa. Sus esculturas fueron innovadoras con inclinaciones cubistas, muchas de ellas en hierro, a menudo de grandes proporciones.

[Pablo Gargallo](#) (1881-1934) fue un escultor y pintor español. Es considerado uno de los escultores más importantes e innovadores del siglo XX, combinando paralelamente a lo largo de su vida artística el [clasicismo](#) con la experimentación. Se relacionó con los artistas de [Els Quatre Gats](#), como [Picasso](#) o [Isidro Nonell](#). Influido por su amigo [Julio González](#), desarrolló un estilo de escultura basado en la creación de objetos tridimensionales de placas planas de metal, usando también papel y cartón.

[Antonio Sánchez Pérez](#) (1895-1962), escultor y pintor español, padre espiritual, junto con [Benjamín Palencia](#), de la primera [Escuela de Vallecas](#), «con el deliberado propósito de poner en pie el nuevo arte nacional que compitiera con el de París», según sus propias palabras. Su lenguaje escultórico fue característico a través de la fusión de elementos de inspiración popular, con ciertos rasgos surrealistas trabajados de manera estilizada. Dibujó, pintó y esculpió muchas figuras femeninas, toros y aves. Su pieza más conocida es quizá [El pueblo español tiene un camino que conduce a una estrella](#), seleccionada por el gobierno republicano como faro del [Pabellón de la República Española](#) de la [Exposición Internacional de París de 1937](#), donde estuvo también [el Guernica](#) de [Picasso](#).

[Eduardo Chillida](#) (1924-2002) escultor y grabador español conocido por sus trabajos en hierro y en hormigón, destacado continuador de la tradición de [Julio González](#) y [Pablo Picasso](#). Sus primeras obras fueron obras figurativas de torsos humanos tallados en yeso. Poco a poco tendió hacia formas más abstractas y en 1951 inició su trabajo en el hierro, que caracteriza su escultura. En 1980 se especializó en la instalación de piezas de grandes dimensiones en espacios urbanos o en la naturaleza, que contraponen la masa y el espacio.

Una obra muy popular es el famoso [Peine del viento](#) en San Sebastián, en el extremo de la playa de La Concha.



Figura 37. Chillida. El peine del viento.

Fuente:Wikipedia

Participó en centenares de exposiciones alrededor del mundo y recibió numerosos premios, entre ellos, en 1987, el [Premio Príncipe de Asturias](#)¹²⁹ de las Artes, el más alto en España.

[Baltasar Lobo Casquero](#) (1910-1993) dibujante y [escultor español](#) muy conocido por sus composiciones que representan madres e hijos. Con muy temprana vocación artística en 1927 obtuvo una beca para continuar su formación en la Escuela de Bellas Artes de San Fernando en Madrid, asistiendo también a clases en el Círculo de Bellas Artes. Se especializó en la talla directa de la madera y el mármol. Fue ilustrador y maquetista de la revista «Mujeres Libres» editada por su esposa en pro de la liberación de la mujer obrera. Se exilió a París al término de la [Guerra Civil](#) en 1939, donde su escultura tuvo influencias de [Constantin Brancusi](#), [Jean Arp](#) y [Henri Laurens](#). A partir de los '40 va perfilando su estilo con una figuración muy simplificada, para continuar después con una creciente abstracción y depuración de formas. Indaga sobre el desnudo femenino y en los '50 desarrolla un lenguaje propio en esculturas de volúmenes con una perfección en el modelado de sus formas.

Baltasar Lobo fue uno de los artistas que contribuyeron al proyecto de la [Ciudad Universitaria de Caracas](#). Su obra «La Maternidad» resalta en la plaza detrás de la Biblioteca Central y el Aula Magna de la Universidad.

14.2.3.La arquitectura en España siglo XX

En arquitectura, en la España del siglo XX hay un regreso al pasado, al estilo plateresco a comienzos de siglo. Se destacaron [José Urioste y Velada](#), que hizo el Pabellón de España en la Exposición Universal de París (1889) y [Antonio Palacio y Ramilo](#) (1876-1945), que fue uno de los arquitectos más representativos en la transformación de la ciudad a metrópoli moderna con destacadas obras en Madrid. Algunas de las obras de este último fueron el [Círculo de Bellas Artes](#) de la calle de Alcalá y el [Palacio de Telecomunicaciones](#) en la Plaza de la Cibeles (actualmente sede del Ayuntamiento de Madrid). Otros como [Leonardo Rucabado](#) (1876-1918) fue una figura clave del movimiento arquitectónico regionalista en general y de la arquitectura cántabra en particular, que surgió en torno a la crisis del 98. Destacó también [Aníbal González](#) (1876-1929), que realizó la [Plaza de España en Sevilla](#).

Más adelante un grupo de arquitectos siguieron las tendencias del racionalismo con una arquitectura funcional. Se agrupan como [Generación de 1925](#), término creado por el arquitecto [Carlos Flores López](#) que utilizó en 1961 ese nombre para designar a los jóvenes arquitectos vanguardistas, titulados entre 1918 y 1925 en la [Escuela de](#)

¹²⁹ También se otorga el [Premio Príncipe de Asturias en Investigación Científica y Técnica](#) desde 1981 a la persona cuyos descubrimientos o labor de investigación representen una contribución relevante para el progreso de la humanidad en los campos de las matemáticas, la física, la química y la biología, así como en las técnicas y las tecnologías relacionadas con ellas.

[Arquitectura de Madrid](#). Después se incluyeron otros nombres y se elaboraron otras listas, mostrando que existió un clima de rebeldía que incluía a muchos jóvenes arquitectos.

El [modernismo catalán](#) fue un movimiento cultural importante cuando se quiere reflejar el desarrollo de la arquitectura en España en el siglo XX. Ya se han citado nombres de algunos pintores catalanes que formaron parte de él. Es imprescindible señalar que en Barcelona existieron distinguidos arquitectos modernistas que transformaron el ambiente urbano de esta ciudad, con la construcción de edificaciones atractivas y transformando el diseño urbano.

Entre los más conocidos y destacados arquitectos modernistas catalanes está [Lluís Domènech i Montaner](#) (1849-1923), quien tiene en su haber el [Palacio de la Música Catalana](#). Está también [Josep Puig i Cadafalch](#) (1867-1956) arquitecto, considerado uno de los más importantes del [modernismo catalán](#), quien fue, además, historiador, matemático y político, ejerciendo como presidente de la [Mancomunidad de Cataluña](#) entre 1917 y 1924 y que desde 1907 fue miembro del [Instituto de Estudios Catalanes](#), donde desempeñó el cargo de vicepresidente. Fue discípulo de [Lluís Domènech i Montaner](#), y se le considera el último representante del [modernismo](#) y el primero del [novecentismo](#).

Son numerosas las edificaciones construidas en Barcelona y otras ciudades, pero hay que destacar la [Casa de Terradas, conocida popularmente como Casa de les Punxes](#) — Casa de los Pinchos, en catalán—, por su atractivo diseño, la [Plaza de España \(Barcelona\)](#) y el [Palacio Nacional](#) – espacios muy emblemáticos de Barcelona—, realizados para la exposición Internacional de 1929.

[Antoni Gaudí](#) (1852-1926) es un caso especial, arquitecto, máximo representante del [modernismo catalán](#). Cursó arquitectura en la [Escuela de la Lonja](#) y en la [Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona](#). Tuvo un sentido innato de la geometría y el volumen, así como una gran capacidad imaginativa que le permitía proyectar mentalmente la mayoría de sus obras. Antes de pasarlas a planos hacía maquetas tridimensionales de ellas. Observando la naturaleza utilizó formas estructurales que nadie se había atrevido a utilizar (paraboloides, hiperboloides y helicoides). Dotado de una fuerte intuición y capacidad creativa integraba en la arquitectura toda una serie de trabajos artesanales que dominaba él mismo a la perfección: cerámica, vidriería, forja de hierro, carpintería, etc. La arquitectura de Gaudí está marcada por un fuerte sello personal. Su obra arquitectónica es una simbiosis perfecta de la tradición y la innovación. Durante la primera década del siglo se ocupó de proyectos como la Casa Figueras, más conocida como [Bellesguard](#) y el [Parque Güell](#). También entre 1904 y 1910 construyó la [Casa Batlló](#) y la [Casa Milà](#), dos de sus obras más emblemáticas. Su obra maestra es el [Templo Expiatorio de la Sagrada Familia](#), conocido como La Sagrada Familia, aún en construcción, es la iglesia más visitada de Europa tras la basílica de San Pedro del Vaticano. Es un reflejo de la plenitud artística de Gaudí a cuyo diseño y construcción se dedicó desde 1915 prácticamente por completo, ocupándose del más mínimo detalle, como había hecho en todas sus otras construcciones. La fachada del Nacimiento y la cripta, fue incluida en 2005 por la Unesco en el sitio del [Patrimonio de la Humanidad](#), desde 2007, uno de los [12 Tesoros de España](#).

La muerte de Franco y la vuelta de la democracia trajo un nuevo optimismo arquitectónico al país a finales de los 1970 y en los 1980. El [regionalismo crítico](#) se convirtió en la escuela dominante para la arquitectura seria. El flujo de dinero proveniente de la Unión Europea, el turismo y una economía floreciente fueron campo fértil para la arquitectura española. Una nueva

generación de arquitectos emergió, entre los que se cuentan [Enric Miralles](#), [Carme Pinós](#), y el arquitecto e ingeniero [Santiago Calatrava](#). Los [Juegos Olímpicos de Barcelona](#) y la [Expo de Sevilla](#), ambos en 1992, impulsaron internacionalmente aún más la reputación de España. ([Wikipedia](#))

El [Museo Guggenheim de Bilbao](#) se hizo famoso mundialmente.



Figura 38. Museo Guggenheim.

Fuente: Wikipedia

Bilbao atrajo a la [Fundación Solomon R. Guggenheim](#) para construir una nueva galería que abrió sus puertas en 1997. Diseñado por [Frank Gehry](#) en estilo [deconstructivista](#). [Santiago Calatrava](#) (1951) arquitecto, ingeniero civil y escultor, estudió en la escuela de Bellas Artes y entre 1969 y 1974 cursó arquitectura en la Universidad Politécnica de Valencia. Fue a perfeccionarse en el Instituto Federal de Tecnología de Zurich, donde hizo el doctorado. En una primera etapa, a partir de 1984, diseñó modernos y atrevidos puentes. El [puente de Bac de Roda](#) en Barcelona fue el primero que empezó a darle cierto reconocimiento internacional. A este seguirían el [puente Lusitania](#) de Mérida (1991), del [Alamillo](#) de Sevilla (1992) y el puente de 9 de octubre en Valencia (1995) y después muchos otros [puentes de Santiago Calatrava](#). Fue abriendo despachos según le salían proyectos. Primero en Zurich, después en Lyon y en 1991 en Valencia, donde trabajó en un proyecto de grandes dimensiones, la [Ciudad de las Artes y de las Ciencias](#).

En 1992, Calatrava realiza la [Torre de Comunicaciones de Montjuïc](#), con ocasión de los Juegos Olímpicos de 1992, y uno de los puentes de la Exposición Universal de Sevilla, el [Puente del Alamillo](#), que une la capital hispalense y la vecina localidad de Camas. En el año 2003 concluyó el edificio del [Auditorio de Tenerife](#) en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. A partir de estos diseños su fama se ha hecho mundial y recibe encargos en distintos países. Actualmente, cuenta con oficinas en Nueva York, Doha y Zúrich. Ha recibido numerosos premios, destacando el [Premio Príncipe de Asturias de las Artes](#) de 1999.



14.2.4. La música en el siglo XX

En todo el mundo, musicalmente, el siglo XX se caracteriza por una gran variedad musical. Aunque se sigue desarrollando la música académica, hay una explosión de la música laica, de la música popular.

En España, a principios de este siglo, la burguesía fue adquiriendo importancia económica y política y llegó a ser la clase social de mayor poder adquisitivo. Comenzó a demandar música y a promover el crecimiento del número de orquestas y sociedades filarmónicas. La música religiosa ya venía declinando y durante la Segunda República Española desaparecen la mayor parte de las capillas, quedando la música religiosa para ser utilizada solamente con fines litúrgicos. Para su disfrute se mantuvieron los mismos lugares en los que se producía antes: salones, teatros y cafés. Además debe citarse el [Teatro Real](#), llamado también Teatro de la Ópera, cuya primera piedra la había puesto Fernando VII en 1818, que fue inaugurado en 1850 y sigue siendo todavía el principal teatro en Madrid.

A principios de siglo XX existió una cierta continuidad con lo que sucedía a finales del siglo XIX. La música se insertó con fuerza en el desarrollo cultural. Los nuevos músicos consideraron que la música era una disciplina intelectual y tenían una buena formación humanística, por lo que participaban en los medios intelectuales y en los debates ideológicos. Se destacaron un conjunto de músicos que ya eran importantes a



finales del siglo XVIII como: [Manuel de Falla](#) (1876-1946) – el más destacado-, [Isaac Albéniz](#) (1860-1909), [Enrique Granados](#) (1867-1916). También aparecen [Conrado del Campo](#) (1878-1953), [Joaquín Turina](#) (1882-1949), [Julio Gómez](#) (1886-1973), [Jesús Guridi](#) (1886-1961), [Oscar Esplá](#) (1886-1976), que defendieron el romanticismo y y el nacionalismo, pero que también trabajaron en la pedagogía, la crítica y la gestión musical. En la segunda década penetraron en España otros estilos: el impresionismo francés y los movimientos musicales vanguardistas¹³⁰.

En la segunda generación el músico más destacado fue [Joaquín Rodrigo](#) (1901-1999), quien vivió doce años en París, donde escribió el famoso [Concierto de Aranjuez](#), popular en todo el mundo. Ambos nos llevan a mencionar a uno de sus más sentidos intérpretes, [Andrés Segovia](#) (1893-1987).

En esta generación también destacó [Federico Mompou](#) (1893-1987). Después hubo una tercera generación, [la Generación del 51](#), en la que se destacan [Cristóbal Halffter](#) (1930-2021), [Antón García Abril](#) (1933-2021), [Luis de Pablo](#) (1930-2021) o los valencianos [Vicente Asensio](#) (1908-1979), [Matilde Salvador](#) (1918-2007), [Amando Blanquer](#) (1935-2005), que utiliza un lenguaje tremendamente personal, y [Tomas Marco](#) (1929)¹³¹.

La [Residencia de Estudiantes](#), que ya se ha citado varias veces, fue también uno de los más importantes centros de desarrollo musical. Allí se creó un auditorio para ofrecer conciertos públicos y privados, conferencias y reuniones de aficionados a la música. En esta institución nació la llamada [Generación Literaria del 27](#), que también tuvo su manifestación musical. El gobierno de la [Segunda República Española](#) (1936-1939) favoreció el avance cultural y musical con lo que pudieron llegar a España las nuevas corrientes internacionales. El golpe de estado de Franco y la guerra civil llevaron al exilio a numerosos intelectuales, entre ellos también a músicos, lo que significó un freno total de la acción musical¹³².

A finales de los años '50 el régimen franquista dio una cierta apertura dando entrada a nuevas corrientes musicales, potenciando el regreso de compositores que se habían

¹³⁰ <https://www.revivemadrid.com/musica-madrid-siglo-xx>

¹³¹ <https://core.ac.uk/download/pdf/235856007.pdf>

¹³² <https://www.revivemadrid.com/musica-madrid-siglo-xx>

formado en extranjero. Así surgió la llamada [Generación del 51](#) y en 1958 se creó el Grupo Nueva Música.

La música profana había ido creciendo. Con el desarrollo progresivo de la radio, el cine, la televisión y los equipos y medios tecnológicos para la grabación y reproducción de sonido, la música se fue convirtiendo en un elemento básico de la cultura y la demanda popular. La música en vivo va también popularizándose. A partir de los años '60 la música popular va asumiendo los ritmos y estilos vigentes en otras partes del mundo. El turismo hace que muchos músicos rupturistas, poco reconocidos, comiencen a ganar fama, entrando de lleno en las vanguardias europeas¹³³.

Con la llegada de la Democracia a España, una vez muerto Franco en 1975, el nuevo Estado español promovió y protegió la cultura, creando infraestructuras y dándole apoyo económico. Se creó el Instituto Nacional de Artes Escénicas y de la Música (INAEM), para que coordinara y supervisara a las distintas instituciones: centros, orquestas y coros nacionales.

Este es un momento oportuno por mencionar a otro gran músico español de fama mundial [Pau Casals](#) (1876-1973). Fue compositor, director y uno de los mejores violonchelistas del mundo, reconocido internacionalmente por su activismo en la defensa de la paz¹³⁴, la democracia, la libertad y los derechos humanos, lo que le llevó a obtener la Medalla de la Paz de la ONU. Fue nominado al Premio Nobel de la Paz y compuso el Himno de las Naciones Unidas.

Con la apertura cultural en la Democracia los jóvenes utilizaron la música como forma de expresión, libertad y cambio, cristalizando esos esfuerzos en la [Movida Madrileña](#), que fue extendiéndose a toda España.

España ha dado también al mundo numerosos cantantes líricos, de ópera y de piezas académicas desde mitad del siglo XIX. Los nombres más conocidos actualmente son: [Miguel Fleta](#) (1897-1938), [Victoria de los Ángeles](#) (1923-2005), [Alfredo Kraus](#) (1927-1999), [Montserrat Caballé](#) (1933-2018), [Plácido Domingo](#) (1941) y [José Carreras](#) (1946). En la música popular son innumerables los cantantes y músicos en la música popular de hace años, como el cuplé y la música flamenca, así como la música popular del segundo medio siglo XX y la de actualidad. No es posible mencionar a todos los artistas, solamente queda claro destacar la creatividad individual de este sector y cómo el mercado internacional ha aceptado y pagado a los músicos y cantantes españoles debido a su alta calidad.

14.3.Las letras en el siglo XX

La literatura y el cultivo del pensamiento en España en el siglo XX estuvieron sujetos como todas las áreas de la vida del país a las múltiples convulsiones marcadas por las dictaduras, especialmente por la de Franco y por la guerra civil. En el primer tercio del siglo, al igual que para la ciencia, se habla de «[Edad de Plata de la Literatura Española](#)». Fue ya a fines del siglo XIX cuando surgieron los regeneracionistas, jóvenes intelectuales que buscaban definir el destino de España. Se fue formando entonces un grupo de pensadores y escritores que tuvieron un gran prestigio a lo largo del siglo XX, en el que se desarrollaron plenamente por sus planteamientos, obras y posición política e intelectual. Los autores más conocidos son: [Miguel de Unamuno](#), [Ramón María del Valle Inclán](#), [Antonio Machado](#), [Federico García Lorca](#), [Pedro Salinas](#) y [Rafael Alberti](#), entre otros. A estos hay que añadir los que se exiliaron durante la guerra civil como

¹³³ <https://romanticismoyvanguardiademusical.wordpress.com/2015/03/05/la-musica-espanola-a-partir-del-segundo-tercio-del-siglo-xx-hasta-nuestros-dias/>

¹³⁴ (Paz en catalán Pau, como su nombre, lo que hace que lo prefiera al nombre en castellano)

[Max Aub](#) y [Juan Goytisolo](#) y los que se quedaron en España, [Camilo José Cela](#) (Premio Nobel en Literatura 1989), [Jaime Gil de Viedma](#) y [Carmen Martín Gaité](#).

Al comienzo de siglo hubo una cierta democratización estatal que facilitó el libre pensamiento que se expresó mediante múltiples discusiones culturales, debates y las célebres tertulias en cafés bien conocidos. Durante la Segunda República se crearon [Las Misiones Pedagógicas](#) como proyecto de solidaridad cultural patrocinado por el Gobierno. En estas Misiones se reunieron más de quinientos voluntarios de diverso origen: maestros, profesores, artistas, y jóvenes estudiantes e intelectuales con el encargo de «difundir la cultura general, la moderna orientación docente y la educación ciudadana en aldeas, villas y lugares, con especial atención a los intereses espirituales de la población rural». Tuvieron un papel importante en la difusión del teatro, la música, los cines y las bibliotecas. Importantes escritores como García Lorca y Max Aub fomentaron teatros ambulantes como [La Barraca](#) y [El Búho](#), respectivamente. Surgieron también casas editoriales (Sopena, Labor, Caspe), grandes librerías (la Casa del Libro), se crearon revistas, periódicos y comenzó a celebrarse el Día del Libro y la Feria del Libro.

[La Comunidad Baratz](#) presentó en su portal, el 24 de junio de 2021, un trabajo sobre «Los movimientos literarios de la Edad de Plata de la cultura española». A continuación haremos un resumen de aspectos ahí mencionados, que nos permiten transmitir la situación de las letras españolas en el siglo XX.

Lo primero que se aprecia es la diversidad de intelectuales españoles de Letras en los distintos períodos del siglo, sus nombres y los enfoques que siguieron nuestros pensadores. Por Wikipedia se dan enlaces para que puedan consultar más ampliamente sus vidas y sus aportes.

[La Generación del 98](#) reunió a importantes escritores: [Unamuno](#), [Azorín](#), [Pío Baroja](#), [Ramiro de Maeztu](#), [Valle Inclán](#), [Antonio Machado](#). Nacidos en torno a 1870. Todos ellos, aunque con diferentes ideas y estilos, tenían la misma inquietud por el futuro de España,

Al mismo tiempo se fue dando el movimiento modernista, surgido en América e introducido en España en 1892 por [Rubén Darío](#). En este movimiento se encontraron con Rubén Darío: [Manuel Machado](#) (hermano de Antonio), [Juan Ramón Jiménez](#), [Francisco Villaespesa](#), [Eduardo Marquina](#). Estos se diferenciaron de la Generación del 98 por considerar que se debía tener un enfoque más amplio que sólo España.

Se menciona también la [Generación de 1914 o Novecentismo](#), que agrupó a intelectuales y escritores muy heterogéneos, nacidos también en la década de los '80 del siglo anterior. En este grupo se incluye a [José Ortega y Gasset](#) (filósofo), [Gregorio Marañón](#) (médico), [Eugeni d'Ors](#) (filósofo), [María Zambrano](#) (filósofa y ensayista) y también a [Juan Ramón Jiménez](#) y [Ramón Gómez de la Serna](#), quienes también planteaban como elemento central, en torno a la modernización de España, la necesidad de asimilarse a Europa.

Entre las dos guerras mundiales existieron en Europa numerosos movimientos vanguardistas que sacudieron la vida cultural e intelectual de la época para dar vitalidad y renovar de forma radical el mundo de las artes y del cine (futurismo, cubismo, dadaísmo, expresionismo, ultraísmo, creacionismo y surrealismo). Todas ellas también se reflejaron en España.

[La Generación del 27](#) comprende a los intelectuales que despuntaron entre 1920 y 1930, su nombre provino del recuerdo a Góngora por su trescientos aniversario en 1927.

Incluye a grandes poetas como [García Lorca](#), [Gerardo Diego](#), [Dámaso Alonso](#), [Vicente Aleixandre](#), [Pedro Salinas](#), [Rafael Alberti](#), [Luis Cernuda](#), [Jorge Guillén](#), [Ramón Sender](#), [José Bergamín](#).

España, culturalmente, en todo este tiempo del siglo XX estuvo al nivel europeo, bien informados de todos los movimientos vanguardistas por medio de visitas al extranjero. Los intelectuales españoles promovieron un camino hacia el progreso. Muchos participaron en el diseño y puesta en funcionamiento de la Segunda República y muchos otros fueron afines a esa iniciativa.

También se dio un movimiento femenino, «[Las Sinsombrero](#)», como gesto de rebeldía. Mujeres que pertenecían a la Generación 27 y estaban abiertas a la modernidad y las corrientes europeas de vanguardia. Tenían una actitud rompedora en el panorama cultural y artístico en variados campos: escritura, pintura, escultura, filosofía.

Hubo también una Generación del 36 con la que se cierra la Edad de Plata, con la guerra civil. En este grupo se encuentran jóvenes que apoyaron a la República como [Miguel Hernández](#), [Antonio Buero Vallejo](#), [José Ferrater Mora](#) y [Julián Marías](#). Importantes también fueron otros que estuvieron de acuerdo con los sublevados: [Dionisio Ridruejo](#), [Leopoldo Panero](#), [Luis Felipe Vivanco](#), [Gonzalo Torrente Ballester](#), [Pedro Laín Entralgo](#). [△](#)

Capítulo 15. Conclusiones Parte II

Aclaratorias conceptuales

Aclaremos primero algunos términos importantes para que se comprenda mejor el sentido de las palabras que se utilizarán aquí:

Innovación: es el motor fundamental de este trabajo. Se trata de comprender los factores que inciden en su desarrollo. Este es un término muy moderno en el sentido que se la ahora: idear y poner en funcionamiento socialmente útil nuevos productos sistemas, procesos o métodos de trabajo. En la sociedad mundial hasta la mitad del siglo veinte, ese concepto no se usaba con esa precisión, generalmente se hablaba de inventos, pero algunos se pusieron en funcionamiento y permanecieron (innovaciones), otros quedaron en ideas, prototipos o fueron utilizados por algún tiempo, muy limitado (inventos).

Invento: La creación de un nuevo objeto inexistente hasta entonces en el universo, sin que sea condición indispensable que se utilice regularmente, lo que lo diferencia de innovación, pero puede ser un paso previo

Técnica: conjunto de pasos, métodos, procedimientos y habilidades necesarias para lograr ejecutar una tarea y lograr los objetivos establecidos. Antes de mediados del siglo XX fue el término que se utilizaba para la producción de bienes y servicios, que ahora se asigna más al término tecnología que es más amplio y puede comprender y utilizar diferentes técnicas.

Tecnología: como conjunto de conocimientos y saberes, prácticas, habilidades, métodos, técnicas y procesos usados para la producción de bienes y servicios o el logro de los objetivos.

Ciencia: conjunto de conocimientos nuevos o históricamente acumulados sobre la naturaleza, la sociedad y el pensamiento humano. Conocimientos racionales, ciertos o probables, obtenidos metódicamente, sistematizados y verificables. Así como la actividad investigativa dirigida a la adquisición de esos conocimientos.

Desarrollo: (RAE.Opcion3-2022): 3. m. Econ. «Evolución de una economía hacia mejores niveles de vida». (personalmente lo veo como: proceso que permite evolucionar...). Se pueden especificar diferentes calificativos para diferenciar el tipo de desarrollo, de acuerdo a los diferentes asuntos de interés que se estén tratando. Personalmente cuando hable de «Desarrollo» me estará refiriendo normalmente a desarrollo integral o bien al tipo específico de desarrollo del que esté discutiendo en ese momento.

Desarrollo socioeconómico: Cuando hable de desarrollo socioeconómico lo entenderé como el proceso que permite que una sociedad mejore sus condiciones de vida, en relación con su condición económica y el mejor acceso y aprovechamiento de los servicios sociales¹³⁵.

Desarrollo integral: enfoque global y equilibrado del desarrollo que considera y promueve el progreso en todas las dimensiones importantes de la vida. No se limita a aspectos económicos, sino que también abarca aspectos sociales, culturales, ambientales y personales¹³⁶.

15. Consecuencias de la periodización histórica

La periodización histórica establecida es la usual en los estudios historiográficos, separados por hitos que han conducido a importantes cambios en el funcionamiento de la sociedad española, muchas de las veces coincidentes con cambios de siglo y con la muerte de los reyes.

La periodización histórica ha permitido entender que hay diferencias en cuanto al desarrollo y utilización de la ciencia y de la técnica que pueden estar relacionadas con aspectos ideológicos, económicos, del liderazgo político, también del trabajo y pensamiento de los intelectuales, científicos y tecnólogos, así como de las relaciones internacionales. La revisión histórica es una fuente de conocimiento que facilita la comprensión del desarrollo en general y del desarrollo científico y tecnológico, así como de las relaciones entre todos ellos.

Podríamos decir que se ha comprobado que hay períodos de auge: económico, político, de bienestar social en los que también ocurre un desarrollo industrial, educativo, artístico, técnico y científico y por ello concluyo que el verdadero desarrollo es normalmente integral. También se ha comprobado que hay períodos de declive y/o de estancamiento- en relación con un menor desarrollo de la ciencia y la técnica en España y al mismo tiempo del desarrollo socioeconómico.

También se comprueba que a veces, en el mismo siglo, hubo períodos de declive e iniciativas y períodos de auge, y que estos están normalmente relacionados con los cambios de gobierno y el predominio de ciertas ideologías. De la misma manera, en España, hay períodos en los que el desarrollo artístico es de los más avanzados pero que el desarrollo científico-técnico no estuvo al mismo nivel.

15.1. Períodos de auge

El período romano en España fue muy importante por sus aportes en el desarrollo de infraestructuras, la construcción, la urbanización, los servicios. También por la búsqueda del conocimiento y su transferencia, para mejorar las técnicas, pero sobre todo por sus aportes administrativos y sociales: el idioma, la legislación, el derecho, el desarrollo de ciudades y los servicios de uso público. Muchos de estos aspectos no se incluyen cuando se estudia el desarrollo científico y son fundamentales en el desarrollo del conocimiento y la cultura. Están alimentados por el conocimiento científico propio u obtenido de otros pueblos. La duración del período de los romanos fue de unos seiscientos años.

El período musulmán se destacó con el Califato de Córdoba. Nos muestra que España estuvo muy adelantada, por encima de otros países europeos. El desarrollo científico-técnico se basó inicialmente en la transferencia de conocimiento de las regiones del

¹³⁵¹³⁵ https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_econ%C3%B3mico

¹³⁶ <https://identidadydesarrollo.com/que-es-el-desarrollo-integral/#:~:text=El%20desarrollo%20integral%20se%20refiere,%2C%20culturales%2C%20ambientales%20y%20personales.>

mundo oriental, más adelantadas; acompañó al desarrollo en otras áreas sociales, se dio un desarrollo progresivo de los conocimientos y de su difusión, para lo cual se crearon instituciones (escuelas y bibliotecas) e instrumentos (libros). La ciencia y la técnica se relacionaron con la filosofía y con el arte.

La conquista y colonización americana estuvo muy influenciada por el gran desarrollo económico proveniente de la riqueza extraída del Nuevo Mundo, el intercambio de conocimiento con éste, ya que la novedad del descubrimiento de nuevas situaciones, culturas, plantas, condiciones de vida, fueron un gran estímulo intelectual para el desarrollo del conocimiento, en paralelo con los aportes europeos del Renacimiento. Hubo también una progresiva creación de instituciones relacionadas con la ciencia, la técnica y la educación, tanto en Europa y España como en el Nuevo Mundo.

El siglo XVI fue contradictorio. En una parte de este siglo hubo interés por explicar la nueva realidad. Carlos I tuvo que atender dos preocupaciones principales: desarrollar la conquista del nuevo mundo y mantener el imperio heredado. Esos avances se dieron en momentos en que estalló la Reforma en los países centroeuropeos, contraria a los valores de estos dos reyes. Bajo su dominio se dio otro cambio de mentalidad en Europa, promovido inicialmente por Italia, el Renacimiento que cambió valores culturales e intereses importantes. Felipe II promovió el auge de la ciencia, la técnica y el arte, así como la manufactura de algunos bienes de lujo. Permitió la llegada a España de investigadores europeos y la salida de estudiantes y científicos españoles, creó instituciones científicas y de manufactura artística y artesanal.

En el siglo XVII, a pesar de lo negativo que fue para España, hubo un auge soterrado, apartado y en contra del centro de funcionamiento de la sociedad en relación con la ciencia. Surgió un movimiento intelectual crítico, los «novatores» que hicieron lo imposible para mantener vivo el espíritu científico y la difusión de los últimos conocimientos mundiales de la ciencia, a pesar de las limitaciones y persecuciones que el plano oficial y la Inquisición establecieron para evitar que la ideología católica se contaminara con las nuevas ideas que avanzaban en Europa.

El siglo XVIII, en su segunda mitad, Carlos III facilitó una recuperación económica y facilitó que España tuviera un nuevo auge de la ciencia y la técnica. Hubo un comienzo de la industrialización con una industria siderúrgica e industrias manufactureras y Reales Fábricas para producción de objetos de lujo. Un clima favorable a las ciencias permitió a estudiantes y científicos ir al extranjero a conocer lo que se estaba haciendo en Europa. Se apoyó y permitió la publicación de libros y se apoyó la educación universitaria. La ciencia experimental ligada al desarrollo económico fue el enfoque científico de los Borbones. La ciencia y la técnica se relacionaron con las necesidades fundamentales del país, políticas y económicas. Pero siempre hubo una contradicción entre tradición y modernización.

En el siglo XIX hubo un momento de gran emoción cuando se logró aprobar por primera vez una constitución avanzada en 1812 en la que se valoraba el desarrollo científico, también en la aprobación y puesta en marcha de la I República española, de muy corta duración. Sin embargo estas iniciativas no tuvieron ni duración ni apoyo para que permanecieran. En este siglo se inicia la industrialización de España, sobre todo con participación de capital extranjero, que venía con su propia tecnología. La Ley Moyano en educación fue otro aspecto importante de progreso. Las modificaciones universitarias fueron lentas y progresivamente se fueron diferenciando y separando la enseñanza de las ciencias de las humanidades y la formación técnica de la de las ciencias. Al final de siglo se ven destellos importantes en la ciencia española, se da a conocer Santiago Ramón y Cajal como investigador internacionalmente famoso; se puso de manifiesto un grupo de intelectuales críticos de alto nivel, internacionalmente reconocidos, los de la

generación del 98 y se creó el Instituto Libre de Enseñanza (ILE), centro de desarrollo cultural, promotor de la educación avanzada, laica.

En el siglo XX, al principio, a partir del ILE, se creó en 1907 la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), organización fundamental para el desarrollo de la ciencia en España. El primer cuarto de este siglo se ha sido considerado «la edad de plata» de la ciencia y de la literatura españolas. Coincidieron con un período de sólida transformación de la base económica y crecimiento del PIB de España, que aprovechó las ventajas de ser neutral en la I Guerra mundial y de poder tener beneficios por sus exportaciones. Se dio inicio y desarrollo a una diversificación industrial. La JAE facilitó la internacionalización de los científicos y a partir de ella se crearon instituciones de investigación. Todos esos avances se pararon primero con la dictadura de Primo de Rivera (1923-1930) aunque la JAE siguió existiendo. En la II República Española (1931-1936) se retomaron, apoyaron y se dieron los medios para continuar la labor de la JAE, pero su duración fue corta. Después con la guerra civil y la dictadura de Francisco Franco (1936-1975) se eliminó la JAE, traspasando sus bienes y competencias a otra organización. La dictadura no podía ideológicamente aceptar que en esa organización hubiera libertad de ideas y que muchos de sus participantes hubieran contribuido con la Segunda República. Terminada la guerra. En 1939 fue creado el Consejo Superior de Investigación Científica (CSIC) que en 1942 asumió las competencias y locales de la JAE y estableció un sistema de colaboración con las universidades. Solamente cuando el régimen de Franco reconoció el fracaso de sus políticas y dejó que un grupo de tecnócratas del OPUS DEI propusiera una reorganización económica, estos desplazaron a los militares en la definición de políticas, reconocieron la importancia de la ciencia en el desarrollo e incluyeron una reorganización del entramado científico-tecnológico. Crearon una Comisión Asesora de Investigación Científica y Tecnológica (CAYCIT) dependiente de la Presidencia del Gobierno y le dieron al CSIC el manejo de la infraestructura administrativa de todos los centros de investigación que se habían ido creando en muchos ministerios. En 1962 al Plan de Desarrollo se le dieron competencias en política científica. Más adelante la llegada de la Democracia a España abrió nuevas posibilidades al desarrollo CyT con la aprobación de la Ley de la Ciencia en 1986.

15.2. Períodos de declive

El declive en el desarrollo de la ciencia y la técnica en España fue notorio en ciertos períodos, aunque a veces en el mismo siglo hubo períodos de declive pero también iniciativas buscando el progreso de CTI, normalmente relacionados con los cambios de gobierno y el predominio de ciertas ideologías.

El siglo XVI, como dijimos, fue contradictorio en relación con la ciencia y la técnica, Felipe II que había promovido la ciencia y la tecnología, debido a su ideología conservadora y fuertemente religiosa, aceptó seguir los enfoques y prácticas de la Inquisición y terminó creando un cierto asilamiento de España de los importantes avances científicos que estaban sucediendo en Europa.

En el siglo XVII cuando en Europa bullía la revolución científica y la Reforma religiosa valoraba el racionalismo como punto de partida para la reflexión intelectual, España se sumía ideológicamente y en las actuaciones en la Contrarreforma. Se debe destacar el papel de la Iglesia, que ejerció junto con el rey su poder para oponerse a la introducción de formas de pensar separadas de las que proponía la Iglesia como explicaciones sobrenaturales, impidiendo así en lo posible, la llegada a España del pensamiento científico racional. Este choque ideológico contribuyó al atraso cada vez mayor de España no sólo en el plano de la ciencia y la técnica, sino en todos los campos, la

cultura, la economía el desarrollo industrial y económico. Simultáneamente el gran costo de las guerras condujo a un desperdicio de la riqueza proveniente del Nuevo Mundo, al atraso económico y social, grandes limitaciones, la dependencia para adquirir en el extranjero tecnología y bienes de consumo, acentuando la dependencia del exterior en muchos aspectos, el cierre de las instituciones que se habían creado, el olvido de los logros anteriores, la decadencia progresiva y la pérdida de hegemonía.

En el siglo XVIII, sobre todo en su primera mitad hubo una gran inestabilidad política, guerra, problemas de mando del país. El cambio de dinastía se centró en la reorganización administrativa y en la recuperación económica y fue Carlos III en la segunda mitad del siglo quien finalmente logró controlar los problemas y darle un nuevo impulso al país, a la ciencia y la técnica. A pesar del impulso a la creación de una industria manufacturera, incluyendo la industria textil e inclusive la siderurgia, el enfoque monopolista limitó la innovación, dificultando la competencia internacional y dándole preponderancia a la agricultura en España y a los grandes terratenientes. El papel tan importante de la agricultura en España fue un problema persistente que limitó un desarrollo económico moderno basado en la industria, la innovación y el uso del conocimiento.

El siglo XIX se distinguió por una gran inestabilidad, conflictos militares políticos y sociales continuos. La independencia de las colonias americanas limitó sus ingresos. El inicio de una industrialización más amplia se hizo con la participación de capital extranjero que traía su tecnología, desarrollada como consecuencia de la revolución industrial en la que España no participó. Se acentuó el poder de la Iglesia y de los terratenientes pero también de una burguesía agraria. Llegaban las ideas políticas revolucionarias al mismo tiempo que se acentuaba la confrontación política e ideológica entre liberales y conservadores. Las contradicciones también se daban en el plano educativo cuando el Ministro Orovio emitió una Circular restringiendo la libertad de cátedra, a pesar de la ley que Moyano había logrado aprobar, que mostraba un enfoque educativo amplio. Pero del caos surgieron iniciativas positivas, en este caso los profesores que no compartieron esas restricciones crearon el Instituto Libre de Enseñanza y también aparecieron la generación del 98 y Santiago Ramón y Cajal.

El siglo XX fue muy contradictorio pero deja ver muy claramente como las dictaduras se oponen al desarrollo científico-tecnológico. Las dictaduras niegan la libertad tan necesaria para que haya un desarrollo CyT. Ideológicamente niegan muchas posibilidades. La dictadura de Primo de Rivera no tuvo interés en el desarrollo de la ciencia, cuando intentó recuperar la economía lo hizo mediante medidas proteccionistas y apoyando a los monopolios en telefonía y petróleo con lo que no se pudo superar el déficit presupuestario ni el gran endeudamiento del Estado, limitando la inversión.

Aunque la JAE siguió existiendo lo hizo sin avanzar, como había estado haciendo. La Segunda República mantuvo una concepción intervencionista del Estado, a pesar de que apoyó a la JAE y le dio medios porque ideológicamente apoyaba el desarrollo científico y tecnológico. La lucha entre izquierdas y derechas condujo a la guerra y a la dictadura de Franco, que estuvo contra todos los que no estaban de acuerdo con sus ideas, contra la libertad de todo tipo, produciendo el exilio de las mejores mentes, el cierre de instituciones relacionadas con la ciencia y la cultura, intelectuales, profesores, investigadores. La concepción económica inicial, autárquica, con gran intervención del Estado y control burocrático produjo un gran atraso económico, con tecnología obsoleta, baja productividad, enfoques de gestión atrasados y poca dimensión del mercado y de las plantas de producción. Todo ello sin mayor apoyo en la ciencia y la tecnología, ni siquiera importada. El reconocimiento de esta situación y la búsqueda de una salida hicieron que Franco aceptara las recomendaciones de un grupo de tecnócratas

de buena formación económica universitaria implementando un Plan de Estabilización, con apoyo industrial y económico internacional de sus países amigos y con el reconocimiento del papel de la ciencia en un desarrollo moderno. A la muerte de Franco, a la llegada de la Transición el sistema de ciencia y tecnología era muy frágil y tenía una inversión muy baja del 0,3% PIB.

15.3. Aprendizajes

El contexto

- A lo largo del tiempo en las sociedades hay periodos de auge y períodos de depresión y declive en relación con el desarrollo de la ciencia y la técnica y en general de todos los otros aspectos del desarrollo.
- En los períodos de auge la ciencia muestra su importancia y apoyo. Se aprecia que cuando hay desarrollo real se da una conjunción de avances en todas las áreas, tanto en la economía como en otros factores relacionados con el conocimiento y con la innovación (ciencia, industria, tecnología, educación, difusión, arte, cultura en general), hay crecimiento y generalmente estabilidad social.
- El conflicto ideológico dificulta el desarrollo de la ciencia y la tecnología y el desarrollo en general.
- La ideología de los que manejan el poder define las posibilidades de desarrollo de la ciencia y de la técnica. Los cambios de gobierno y sus ideologías influyen definitivamente en esas posibilidades.
- El desarrollo de la ciencia y la técnica requiere un ambiente de libertad y es favorecido por enfoques modernistas. Los enfoques conservadores pueden interrumpir y retrasar los procesos.
- Siempre hay grupos de personas creativas, que trabajan aunque no tengan apoyo y sus innovaciones surgen cuando las condiciones sean favorables. Las personas preparadas intelectualmente, con enfoques avanzados, siguen intentando lograr que sus conocimientos sean aceptados socialmente y por los gobiernos, a pesar de que estos no se interesen o lo impidan.
- En general, la técnica funciona como tractor buscando aplicaciones. El desarrollo de la ciencia está mayormente vinculado a la satisfacción de las necesidades culturales, políticas y sociales definidas por el Gobierno. Hay que relacionar más a sectores científicos y tecnológicos.
- Hay que saber promover y potenciar las capacidades científicas disponibles, muchas de las cuales se tienen pero no reciben suficiente importancia.
- El comercio facilita el intercambio y la transferencia de conocimientos con las sociedades más avanzadas, en ambas direcciones.
- La transferencia de conocimientos es fundamental para el desarrollo de la ciencia y la técnica, en todas las épocas.
- El envío de personas a formarse en países más avanzados es fundamental para producir siempre avances en el manejo y actualización de conocimientos. Para que tenga impacto nacional es muy conveniente organizarlos y financiarlos mediante el manejo intencional de los Gobiernos. También es una política válida a nivel de empresa.
- La búsqueda y llegada de especialistas extranjeros para que ayuden a avanzar es muy ventajosa.
- El aislamiento internacional conduce al atraso, no sólo en el manejo del conocimiento sino también al atraso económico y a la insatisfacción de las necesidades sociales.

- El liderazgo es fundamental para facilitar, estimular, apoyar y dirigir el desarrollo de la ciencia y de la técnica. Estos líderes pueden ser políticos, pueden ser los dirigentes del gobierno pero también en las áreas especializadas de la ciencia y de la técnica y pueden ser intelectuales que favorezcan y apoyen estos desarrollos. Son un ejemplo que facilita el trabajo de otros semejantes y la institucionalización.
- El desarrollo de infraestructuras institucionales y legales asegura el mantenimiento en el tiempo de los avances en el dominio de la ciencia y la técnica.
- Las instituciones facilitan la ampliación de las actividades y la agrupación y desarrollo de especialistas.
- El desarrollo científico y tecnológico necesita que exista una relación coherente con la educación.
- Enfoques ideológicos contrapuestos de los grupos de poder dificultan el desarrollo científico y tecnológico o pueden llegar a paralizarlo.

El mercado

- El tamaño y la competencia en el mercado nacional e internacional es un motor de innovación.
- Una clara voluntad política en la más alta dirigencia del país es indispensable para aprovechar económicamente el mercado.
- Hay que desarrollar y adaptar los conocimientos y capacidades propias para satisfacer las necesidades en los mercados, nacional e internacional.
- La falta de capacidad nacional para producir y exportar productos tecnológicamente avanzados acentúa y hace permanente la dependencia de los países más desarrollados, perjudicando el desarrollo socioeconómico nacional.
- Las políticas comerciales pueden limitar o favorecer la innovación y el desarrollo industrial.
- Los conflictos políticos dificultan el funcionamiento del mercado, limitan y pueden anular el desarrollo innovador.
- La innovación en las prácticas económicas puede despertar enfrentamientos con grupos nacionales que ven limitados o perjudicados sus intereses.
- La política autárquica, autosuficiente y proteccionista produce finalmente atraso y pobreza y limita la innovación.
- La democracia crea un sistema en el que el mercado es un aspecto importante en su funcionamiento y actúa como facilitador del desarrollo de la innovación.

Las personas

- Las clases dirigentes tienen el papel clave para el desarrollo innovador. Depende de sus valores, voluntad, visión, liderazgo y comprensión básica sobre sus beneficios.
- Es necesario elevar y ampliar el alcance de la educación.
- Los innovadores buscarán maneras extraoficiales de seguir sus desarrollos.
- Es muy importante y útil el envío de personal al extranjero para facilitar el acceso e intercambios, así como la incorporación de personal extranjero altamente calificado.
- La heterogeneidad y la variedad estimulan la innovación.
- Un gobierno centralizado y autoritario puede o no facilitar la innovación, depende sobre todo de la visión de los dirigentes.
- Los conflictos y las guerras dificultan el aprovechamiento de las capacidades de las personas y las posibilidades de la innovación.

- Los cambios cortos de gobierno y de las políticas dificultan la innovación.
- El gran desarrollo artístico y el desarrollo de la ciencia y la innovación se refuerzan, porque ambos valoran la creatividad, pero pueden no darse al mismo nivel simultáneamente.
- Se debe reconocer mejor el valor, la importancia y alta calidad de los estudiosos interesados en la ciencia y la tecnología y de sus ideas y proyectos.
- Debe organizarse adecuadamente la difusión a nivel mundial de los resultados innovadores para promover y desarrollar sus aportes industrialmente.
- La migración de gente preparada es un método útil para que se valoren internacionalmente las capacidades del país.
- Los intelectuales en condiciones políticas difíciles asumen generalmente posiciones políticas avanzadas.
- Hay que identificar a innovadores ocultos, descubrirlos y darles apoyo para aprovechar sus capacidades innovadoras.

Las infraestructuras

- Se debe asegurar que exista una creación y desarrollo continuo de toda una variedad de instituciones para la investigación científica, el desarrollo de actividades de apoyo, la formación y desarrollo de personal.
- Todo el sistema educativo debe estar organizado y preparado para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, para formar personas con la comprensión de lo que significan y con las capacidades y conocimientos básicos relacionados con el desarrollo científico, tecnológico y la innovación.
- Es necesario hacer esfuerzos para que las universidades sean un centro importante para la generación de nuevos conocimientos y su difusión, porque en general son lentas y muy conservadoras, pudiendo ser difícil que se pongan al día y contribuyan a avanzar los conocimientos.
- Los intelectuales, pensadores y científicos están normalmente más avanzados que las clases dirigentes, pero siendo estos últimos quienes deciden sobre el desarrollo en CTI hay que ver cómo pueden ayudarles los especialistas en CTI para que entiendan sus beneficios y características y tomen las mejores decisiones.
- Cuando existen limitaciones al trabajo y libertades de los científicos y pensadores estos buscan otras formas de organización institucional para desarrollar sus capacidades y difundir sus ideas y conocimientos, al margen del sistema formal gubernamental.
- Los valores, visión, ideología, iniciativas y comprensión general de los dirigentes del país de la importancia y utilidad del dominio del conocimiento es fundamental para facilitar y aprovechar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación y para que éstas contribuyan al desarrollo socioeconómico y cultural del país.
- Se necesitan instituciones dinámicas y efectivas que faciliten el trabajo administrativo de las instituciones y de las personas dedicadas a la CTI, directa o complementariamente, para sustentarlas con recursos económicos, físicos y de personal.
- Conviene relacionar efectivamente a las instituciones locales con instituciones extranjeras más adelantadas para aprovechar su ayuda para la formación de personal y el intercambio de conocimientos.
- La creación de instituciones para otorgar becas y pensiones es fundamental para el desarrollo de las capacidades científico-tecnológicas locales para la formación

de los jóvenes en las actividades científicas y tecnológicas y para facilitar viajes y otros recursos a los investigadores.

La producción

- Es destacable la importancia que tienen los intercambios internacionales de conocimientos y productos en CTI. Normalmente se realizan para satisfacer necesidades locales insatisfechas y para mejorar los intercambios internacionales.
- El desarrollo tecnológico es fundamental para satisfacer las necesidades de la sociedad pero no lleva directamente al desarrollo científico, aunque la relación de los dos es mucho más eficaz y permite avanzar internacionalmente.
- La adquisición de conocimientos de punta existentes en otros países es una buena fuente para la producción de conocimientos e innovaciones, siempre que exista la voluntad política para aprovecharlos localmente y se creen las instituciones adecuadas con ese fin.
- Es muy importante disponer de los mejores medios de comunicación y conservación de la información para facilitar el acceso y la difusión de conocimientos y productos de CTI.
- Es indispensable que exista voluntad política, organización y recursos para aprovechar los conocimientos de CTI existentes en otros países.
- Hay que crear y asegurar el funcionamiento regular de las instituciones para facilitar la producción de CTI y también suministrar los recursos que sean necesarios.
- Hay que dominar el uso de los idiomas de los países que tengan los conocimientos en CTI que se necesiten para poder tener acceso a ellos.
- La falta de valores, visión, voluntad y liderazgo de la dirigencia política del país puede impedir la producción de CTI.
- La producción de CTI está íntimamente relacionada con el desarrollo socioeconómico y se vincula con él en forma interactiva.
- La mejor política económica para facilitar la producción de CTI depende de las condiciones del contexto nacional e internacional, la cultura de la sociedad y la ideología de los grupos dirigentes.
- Las ideologías cerradas y/o dogmáticas son un freno para la producción de CTI.
- La producción de CTI requiere el trabajo en equipo, un ambiente cultural abierto, personas con las capacidades y conocimientos básicos y los recursos necesarios para realizar actividades que permitan producir CTI.
- Siempre van a existir nichos y áreas en los que se pueda ser más efectivos para la producción CTI en un momento dado. Hay que identificarlos y explotarlos oportunamente.
- La transferencia de conocimientos y tecnología favorece la producción de CTI pero requiere que existan conocimientos y capacidades básicas para aprovecharlos, así como espacios donde se puedan aplicar haciendo las adaptaciones convenientes.
- El trabajo conjunto con grupos más avanzados facilita la producción de CTI.
- Para que la producción de CTI tenga éxito internacionalmente debe existir continuidad y progreso continuo en las actividades y en la organización necesaria para producirlas.

La producción creativa

- La producción científica y la producción artística se basan en la creatividad de las personas pero tienen dinámicas diferentes y pueden no ocurrir simultáneamente.
- La producción artística es un trabajo fundamentalmente individual. En literatura, pintura y escultura, aunque también existen talleres en los que un artista puede formarse y donde trabajan otros artistas y asistentes, es el artista genial quien dirige y lleva a cabo la producción creativa. En las actividades científicas y tecnológicas es indispensable el trabajo en equipo, el conocimiento de las ideas y trabajos anteriores, la disponibilidad de herramientas a veces complejas. Es decir existe una mayor exigencia organizativa que supera la actividad individual. Eso también ocurre en arquitectura.
- Los artistas e intelectuales, en distintas épocas, encuentran muchas dificultades, debido sobre todo a la ideología conservadora o dogmática de los dirigentes del país.
- Es importante facilitar la formación humanística de los artistas.
- Se pueden alcanzar muy altos niveles en la creación artística sin que se consigan en la creación científica.
- Los valores, visión e ideología de los dirigentes canalizan los esfuerzos creativos en la dirección que estos seleccionen.

15.4. Otros aspectos importantes

Los novatores

Los novatores fueron minorías intelectuales existentes a finales del siglo XVII y principios del XVIII, que se habían formado y habían tenido contacto con los grupos modernos europeos. Ante las grandes dificultades que encontraron, por el desinterés y la persecución a las ideas modernas impuestas por la Iglesia por medio de la Inquisición, con el apoyo incondicional del Gobierno de los reyes de España de ese momento, siguieron trabajando fundamentalmente a la sombra.

Trataron de usar medios diferentes a los usuales para poder trabajar y para difundir sus conocimientos y enfoques, entendiendo el valor que estos tenían para el mejor funcionamiento del país. Los científicos se relacionaron con otros intelectuales y buscaron apoyo y cobijo en personas muy respetadas para poder seguir adelante. A pesar del desconocimiento y desprecio que recibían de los elementos ligados al poder oficial, evitaron ir de frente en contra del régimen, aunque sin dejar, inteligentemente, de hacer denuncias y críticas. Se separaron de los grupos formales para poder hacer su trabajo y difundir sus ideas, sobre todo se separaron de las universidades porque estas eran muy conservadoras y era muy difícil que aceptaran cambios en sus estructuras, poderes y organización.

Esta situación se sigue dando en muchos países, aunque no se hayan reconocido grupos que hayan adquirido la notoriedad que han tenido los llamados novatores. Creo que está en la personalidad de toda la gente creativa seguir tratando de llevar a cabo sus ideas y actividades a pesar de las dificultades. Parece entonces importante que en cada sociedad se estudie si existen estos grupos para identificarlos, entender cuáles son las restricciones que hacen que no sean relevantes para eliminarlas y darles el apoyo necesario para que sus capacidades se desarrollen y tengan positivas consecuencias sociales.

Las dos Españas y la tercera España silenciosa

La revisión histórica muestra que en muchos momentos en España hubo confrontaciones ideológicas que llegaron a ser irreconciliables, que no fue solamente la lucha política entre derechas e izquierdas lo que llevó a la guerra civil y la dictadura. Se

puede identificar que muchas veces hubo dos visiones de país, dos ideas de país enfrentadas. A lo largo del recorrido histórico se puede ver que hubo conflictos entre conservadores y liberales, entre la defensa de la religión católica y el anticlericalismo, en la guerra una parte de España vencedora y otra vencida, en relación con la colonización de América una leyenda negra y otra leyenda blanca, rosa o dorada. Hubo muchas veces luchas muy fuertes por el poder político y por la defensa de privilegios. Hubo una división muy fuerte entre el disfrute de los beneficios sociales por los distintos grupos sociales. Los distintos grupos lucharon por el poder: la monarquía, la nobleza, la Iglesia, la burguesía, los terratenientes, los partidos políticos y por otra parte los grupos sociales deprimidos: campesinos, trabajadores, pero también otras minorías como los judíos, los intelectuales, etc. Esta es la realidad social normal en cualquier grupo social o civilización. Para que haya un progreso conveniente para la mayoría de los grupos es conveniente llegar a ciertos acuerdos sobre las acciones de cada grupo y los beneficios que van a obtener. En España, la historia indica que todos estos grupos tuvieron siempre dificultades para llegar a acuerdos que permitieran la aceptación y convivencia tolerante con los otros para que se diera un progreso común.

El nombre de «Dos Españas» surgió en un verso de Antonio Machado, pero según el historiador [Antonio Elorza](#) ya existía un conflicto «desde el siglo XVIII entre el proceso de modernización y las fuertes resistencias en un país agrario con fuerte presencia de la Iglesia y de un Ejército ‘sobrante’ heredado de las guerras coloniales en América».

[Wikipedia](#) indica que «El ser de España o problema de España es el nombre que suele designar un debate intelectual acerca de la identidad nacional española que surge con el [regeneracionismo](#) a finales del siglo XIX, y coincidiendo con la aparición de los [nacionalismos periféricos](#). Confluye con el tópico de las dos Españas, imagen muy descriptiva de la división violenta y el enfrentamiento fratricida como característica de la historia contemporánea de España».

Aunque para muchos es un tópico, la discusión intelectual que presenta [Wikipedia](#) deja ver su importancia y necesaria comprensión para entender en el fondo lo que algunos definieron hace tiempo como el «[carácter español](#) o [carácter del español](#)», con todas las críticas formales que deben hacerse a este término, como si fuera el que finalmente define el comportamiento de los países y cómo éste influye en todas las actividades sociales, desde luego también en el desarrollo científico-tecnológico.

El término «La Tercera España fue un concepto que surgió para designar a los que se oponían a cualquier forma de totalitarismo. Su beligerancia a favor de la paz, la libertad y la convivencia les costó ser odiados por los extremistas de ambas orillas»¹³⁷ En esta categoría se podrían incluir a importantes personas que estuvieron con la Segunda República, en la que algunos participaron en su fundación, manifestaron estar en contra del totalitarismo que mostró en su implementación y a favor de la paz. Se mencionan entre ellos a [Miguel de Unamuno](#), [José Ortega y Gasset](#), [Ramón Pérez de Ayala](#),

*Ya hay un español que quiere
vivir y a vivir empieza,
entre una España que muere
y otra España que bosteza.
Españolito que vienes
al mundo te guarde Dios.
Una de las dos Españas
ha de helarte el corazón.*

¹³⁷ <https://alfayomega.es/la-tercera-espana/>

[Gregorio Marañón](#), [Salvador de Madariaga](#), [Julián Besteiro](#), [Cháves Nogales](#), [Julián Marías](#), también se propone incluir a algunas mujeres como [Clara Campoamor](#), [Carmen Conde](#), [Elena Fortún](#) y [Ernestina de Champourcin](#). Otros mencionan también a [Manuel Azaña](#), Presidente de la República, quien en su discurso en Ayuntamiento de Barcelona el 18 de julio de 1938 propuso que se buscara la paz, el perdón y la reconciliación entre los españoles¹³⁸.

Este término podría aplicarse también a otras épocas. Siempre ha existido una parte silenciosa de la población que prefería la paz y la necesitaba para poder progresar y desarrollar sus capacidades. Esa tercera España a veces fueron grupos con clara percepción de la realidad que siguieron trabajando soterradamente.

Hoy día que, en la actual política española algunos plantean que se está reviviendo en España esa figura de «las dos Españas», superada con la transición después de Franco. Sigue existiendo una gran cantidad de gente que forma una tercera España silenciosa, que acepta lo que pasa y protesta pero que no puede o no se atreve a luchar por evitar esa tirantez y unas consecuencias indefinidas. Esperemos que se lleguen a conciliar esas divisiones y que España logre superar sus deficiencias organizativas y culturales para que se valoren sus capacidades CyT y su contribución al desarrollo socioeconómico integral de su población. [u](#)

Referencias bibliográficas. Parte II

- Álvarez-Cornett, José. 2019a. «Los novatores como precursores de la filosofía natural española dieciochesca. Primera parte: Hacia el tiempo de los novatores» **en** Revista Persea, Ene 24, 2019, «La física en el siglo XVIII español. Hacia el tiempo de los novatores». Consultado el 30 de enero de 2023. [La física en el siglo XVIII español. hacia el tiempo de los novatores – Revista Persea.](#)
- Álvarez-Cornett, José. 2019b. «Los novatores como precursores de la filosofía natural española dieciochesca. El tiempo de los novatores», en Revista Persea, Ene 31, 2019 «La física en el siglo XVIII español. Los novatores como precursores de la filosofía natural española dieciochesca». Consultado el 30 de enero de 2023. [La física en el siglo XVIII español. los novatores humanistas y médicos – Revista Persea.](#)
- Álvarez-Cornett, José. 2019c. «Los novatores como precursores de la filosofía natural española dieciochesca, Tercera parte: Las tertulias valencianas y los novatores físico-matemáticos», en Revista Persea, Feb 7, 2019, «La física en el siglo xviii español. Las tertulias valencianas y los novatores físico-matemáticos». Consultado el 30 de enero de 2023. [La física en el siglo XVIII español. Las tertulias valencianas y los novatores físico-matemáticos – Revista Persea.](#)
- Álvarez-Cornett, José. 2019d. «La física en el siglo xviii español. Parte VI, Revista Persea, Newton en España Feb 20, 2020». Consultado el 30 de enero de 2023. [Newton en España – Revista Persea.](#)
- Biescas, JoséAntonio. 1989. «La economía española durante el período franquista». Consultado el 28 de febrero de 2023. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4813844.pdf>.
- Caballero Escamilla, Sonia. 2014. «La pintura en la época de los Reyes Católicos», en Martín (2014): Modernidad y cultura artística en tiempos de los Reyes Católicos, pp.115-134, Consultado el 21 de junio de 2023.

¹³⁸ <https://www.nuevatribuna.es/articulo/cultura---ocio/historia-espana-tercera-espana-propuesta-paz-fallida-manuel-azana/20210104120931182964.html>

- https://www.academia.edu/34006307/La_pintura_en_la_%C3%A9poca_de_los_Reyes_Cat%C3%B3licos.
- Conocerespanablog. 2019. «Primeras industrias del siglo XVIII». Consultado el 8/3/2023. <https://conocerespanablog.wordpress.com/2019/11/19/primeras-industrias-en-el-siglo-xviii-las-manufacturas-real/>.
- Cortés Lutz, Guillermo. 2004. «La Ciencia de la Historia en Roma». Consultado el 23 de enero de 2023. https://antroposmoderno.com/antropo-articulo.php?id_articulo=580.
- Cronología del Siglo XIX. s.f. Consultado el 6 de febrero de 2023. <http://hispanoteca.eu/Espa%C3%B1a/Cronolog%C3%ADa%20siglo%20XIX.pdf>
- Del Val Valdivieso, María Isabel. 2011. «La educación en la corte de la reina católica», *Miscelánea Comillas*, Vol. 69, n°. 134, pp. 255-273. Consultado el 21 de junio de 2023. <https://revistas.comillas.edu/index.php/miscelaneacomillas/article/download/789/662/>.
- Editorial ETECÉ 2016. «Franquismo», en *Enciclopedia Humanidades*, 3 septiembre, 2016. Consultado el 2 de marzo de 2023. <https://humanidades.com/franquismo/>,
- El camino español. 2023. Consultado el 3 de agosto de 2023. <https://www.xn--elcaminoespaol-1nb.com/por-que-espana-inicio-y-lidero-la-revolucion-cientifica-y-otros-paises-se-llevan-la-fama/>.
- Figueredo, Emilio. 2022. «Los compositores de España en el Siglo XVIII», Consultado el 1 de agosto de 2023. <https://www.analitica.com/entretenimiento/musica/los-compositores-de-espana-en-el-siglo-xviii/>.
- Fundación Juan March. 1998. «Ciclo Felipe II y las Artes. Conferencias y conciertos». Febrero 1998, Consultado el 6 de julio de 2023. <https://recursos.march.es/culturales/documentos/conciertos/cc73.pdf>,
- García Tapia, Nicolás. 1994. «Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII» Consultado el 28 de enero de 2023. <https://revistas.ucm.es/index.php/CHMO/article/viewFile/CHMO9494110199A/23763>,
- Garma, Santiago. (1980). «El científico español ante su Historia La Ciencia en España entre 1750-1850», I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Servicio de Extensión Cultural y Divulgación de la Diputación Provincial de Madrid, Consultado el 11 de agosto de 2023. www.madrid.org/bvirtual/BVCM000029.pdf,
- Garriga Escribano, Cecilio. (2019). «Ciencia, técnica y diccionario en la primera mitad del siglo xix: incubando revoluciones», *ELUA*, Anexo V, 2019, pp. 47-63, Consultado el 11 de agosto de 2023. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/100809/1/ELUA-Anexo-V_03.pdf,
- Gómez Moreno, Ángel. (2008). «Las universidades en la época de los Reyes Católicos», en Salvador M. y Moya G. (eds.), *La literatura en la época de los Reyes Católicos*, Madrid-Francfort: Iberoamericana-Vervuert, 2008, pp. 59-77. Consultado el 19 de junio de 2023. <https://doi.org/10.31819/9783865279620-005>.
- González Mozos, José Ignacio. (2004). «La música española del siglo XVIII en la corte de los Borbones», Consultado el 1 de agosto de 2023. <https://www.miciudadreal.es/2014/01/07/la-musica-espanola-del-siglo-xviii-en-la-corte-de-los-borbones/>.
- González Redondo, Francisco. A. (2010). «La Ciencia española: del encuentro con Europa durante la República a la depuración franquista y el exilio», *Cuadernos Republicanos*, n°. 68 (2008), pp. 101-130, Madrid: Centro de Investigación y

- Estudios Republicanos, Consultado el 10 de febrero de 2023.
https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/la-ciencia-espanola-del-encuentro-con-europa-durante-la-republica-a-la-depuracion-franquista-y-el-exilio/html/9e27fefe-4ffc-42dd-80ed-45bb619da242_2.html.
- González Redondo, Francisco. A. 2013. «Leonardo Torres Quevedo, el más prodigioso inventor en su tiempo». Consultado el 10 de febrero de 2023.
<https://culturacientifica.com/2013/06/27/leonardo-torres-quevedo-el-mas-prodigioso-inventor-de-su-tiempo-por-f-a-gonzalez-redondo/> González Portilla, Manuel. 1998. «Primera industrialización. Desequilibrios territoriales y estado», Consultado el 20 de febrero de 2023.
<https://ojs.ehu.eus/index.php/HC/article/download/19947/17804/75444>.
- González Rodríguez, María Dolores. 2003. «La ciencia en España en la encrucijada finisecular (siglo XIX) », Revista CTS, vol.1, nº 1, Septiembre de 2003, pp. 85-108), Consultado el 8 de agosto 2023.
www.scielo.org.ar/pdf/cts/v1n1/v1n01a04.pdf,
- Hernández, Francisco Jesús. y Salgado, Sebastián. 2011. «El renacimiento y la nueva ciencia», en Duererías, Cuadernos de filosofía, Consultado el 16 de junio de 2023.
<http://guindo.pntic.mec.es/~ssag0007/filosofica/renacimientoynuevaciencia%20copia.pdf>.
- Higueras, M. 2019. «Pintura española de historia del siglo XIX», Consultado el 15 de agosto de 2023. <https://descubriralahistoria.es/2019/12/pintura-espanola-de-historia-del-siglo-xix/>.
- IHCN (Instituto de Historia y Cultura Naval). 2003. «La última progresión de las fronteras hispanas en ultramar y su defensa», XXVIII jornadas de historia marítima, Ciclo de conferencias-octubre 2003, Cuadernos monográficos nº.43, Consultado el 30 de enero de 2023.
<https://armada.defensa.gob.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/43cuaderno/CM43.pdf>.
- Jordán de Urríes y de la Colina, Javier. 2002. «La pintura en España en el siglo XVIII, en España Siglo XVIII: El Sueño de la Razón», Museo Nacional de Bellas Artes, 4 de julio a 25 de agosto de 2002, [Río de Janeiro], Fundación Arte Viva, 2002, pp. 278-303, Consultado el 30 de julio de 2023.
https://www.academia.edu/42086423/La_pintura_en_Espa%C3%B1a_en_el_siglo_XVIII.
- Juderías, Julián. 1914. «La leyenda negra y la verdad histórica», Madrid, Consultado el 30 de enero de 2023.
<https://archive.org/download/laleyendanegrayl00jude/laleyendanegrayl00jude.pdf>.
- Kamen, Henry. 1998. «La política religiosa de Felipe II», Consultado el 3 de julio de 2023. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/236272.pdf>.
- Karen. Angela. 2020. «Los reyes católicos. Contexto económico, social, político y cultural», Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Escuela Profesional de Ciencias Sociales, Lima, Perú,
<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/6191/MONOGRAF%C3%8DA%20-%20QUISPE%20RIVEROS%20KAREN%20ANGELA%20-%20FCSYH.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. Consultado el 17 de junio de 2023
- Lacarra, María del Carmen. (coord.). 2020. «El siglo XIX: el arte en la corte española y en las nuevas colecciones peninsulares», Consultado el 15 de agosto de 2023.
https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/38/65/_ebook.pdf.
- Ladero Quesada, Miguel Ángel. 2004. «El mundo económico de Isabel la Católica», en Icade. Revista De La Facultad De Derecho, nº. 63 (2004): septiembre-diciembre,

Consultado el 21 de junio de 2023.

<https://revistas.comillas.edu/index.php/revistaicade/article/view/6462>.

López Sánchez, José María. y Luis Enrique Otero Carvajal,. 2010. «La Edad de Plata de la ciencia española. La Junta para Ampliación de Estudios, 1907-1939», en: Exposición realizada en la Facultad de Geografía e Historia de la UCM, dentro de las actividades de la Semana de la Ciencia de 2010, Consultado el 20 de febrero de 2023.

https://www.academia.edu/4971909/La_Edad_de_Plata_de_la_ciencia_espa%C3%B1ola_La_Junta_para_Ampliacion_de_Estudios_1907_1939.

Martín Sáez, Daniel. 2015. «La música en España en el siglo XVIII», en Sinfonía Virtual n°. 29, Verano de 2015, Consultado el 2 de agosto de 2023.

<https://www.sinfoniavirtual.com/libros/048.php>.

Martín García, Juan Manuel. (ed). 2014. «Modernidad y cultura artística en tiempos de los Reyes Católicos», Consultado el 21 de junio de 2023.

<https://editorial.ugr.es/media/ugr/files/sample-138384.pdf>.

Martínez Ruiz, Enrique. 2003. «Delimitación de espacios y apertura de horizontes: Las expediciones españolas del siglo XVIII», en Instituto de historia y cultura naval (2003), Cuadernos monográficos n°. 43, pp. 43-65, Consultado el 30 de enero de 2023.

<https://armada.defensa.gob.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/43cuaderno/cap02.pdf>:

Martinez Cabrero. José Manuel. 1984, : «Le développement de l'industrie informatique dans les pays sous-développés. Etude de cases: Brésil y l' Inde», (Tesis), IREP, Univ. de Sciences sociales de Grenoble, 1984.

Martínez Cabrero, José Manuel. 2014. «Los caminos a la innovación. Un viaje de reconocimiento en España y en Venezuela», Consultado el 10 de diciembre de 2022. [Los caminos a la innovación. Un viaje de reconocimiento en España y en Venezuela – Revista CTS](#).

Montenegro y Soto, José María. 1927. «Felipe II, protector de las Artes», Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Alicante, 2011, en Boletín de la Real Academia de la Historia, tomo 91 (1927), pp. 162-193. Consultado el 6 de julio de 2023.

<https://www.cervantesvirtual.com/obra/felipe-ii-protector-de-las-artes/>.

Morales Muñoz, Dolores Carmen. 2004. «La Economía en los tiempos de Isabel I La Católica. El ejemplo del contador Alonso de Quintanilla», Icade. Revista De La Facultad De Derecho, n°. 63 (2004): septiembre-diciembre, Consultado el 19 de junio de 2023.

<https://revistas.comillas.edu/index.php/revistaicade/article/download/6463/6274/>.

Mosquera García, Begoña. 2014. «El siglo XVIII español y la llegada de la modernidad: retratos y retraticos», Investigart, Nov. 6, 2014, Consultado el 19 de junio de 2023. <https://www.investigart.com/2014/11/06/retratos-y-retraticos/>.

Nadal, Jordi. (1978). «El fracaso de la revolución industrial en España, Un balance historiográfico», Consultado el 1 de agosto de 2023. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_PEE/020art08.pdf.

Ortiz, Eduardo L. (1984). «Sobre la Ciencia y la Técnica en España en el siglo XIX», en M. Hormigón (coord.): Actas II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias: Jaca, 27 de septiembre- 1 de octubre, 1982/, Vol. 1, 1984 (La ciencia y la técnica en España entre 1850 y 1936: comunicaciones), ISBN 84-398-1449-6, pp. 263-282, Consultado el 20 de febrero de 2023.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/587120.pdf>.

- Ortiz-Villajos, José María. (1998). «La innovación tecnológica en España. Patentes entre 1882 y 1935», Consultado el 20 de febrero de 2023.
<https://www.fundacionsepi.es/investigacion/publicaciones/DocumentosTrabajo/PE/HE/hdt9805.pdf>,
- Otero Carvajal, Luis Enrique. (2000). «La ciencia en España. Un balance del siglo XX». Cuadernos de Historia Contemporánea, n.º.22, 183. Consultado el 20 de febrero de 2023. <https://revistas.ucm.es/index.php/CHCO/article/view/CHCO0000110183A>.
- Otero Carvajal, Luis Enrique. (2001). «La destrucción de la ciencia en España. Las consecuencias del triunfo militar de la España franquista», en Historia y Comunicación Social 2001, n.º 6, pp. 149-186, Consultado el 20 de febrero de 2023.
https://www.researchgate.net/publication/27572688_La_destruccion_de_la_ciencia_en_Espana_Las_consecuencias_del_triunfo_militar_de_la_Espana_franquista.
- Otero Carvajal, Luis. Enrique; Gómez, Gutmaro.; López, José María.; Simón, Rafael. y Núñez, Mirta. 2006. «La destrucción de la ciencia en España: depuración universitaria en el franquismo». Madrid, Editorial Complutense, Consultado el 20 de febrero de 2023. <https://www.ucm.es/otero-carvajal> y <https://eprints.ucm.es/id/eprint/29541/>.
- Palafox, Jordi. 1997. «Las luces y sombras del crecimiento económico. 1900-1930», en Ayer, n.º. 28, Consultado el 20 de febrero de 2023.
https://revistaayer.com/sites/default/files/articulos/28-3-ayer28_ElReinoAlfonsoXIII_Carnero.pdf.
- Pampillón, Rafael. 2022. «Estructura de la economía española por sectores económicos y empleo (2021 y 2022) », en ie-Economy weblog, escrito el 26 septiembre 2022 en Economía Española, Economy Weblog (ie.edu), Consultado el 19 de enero de 2023. <https://economy.blogs.ie.edu/archives/category/economia-espanola/>.
- Pardo Tomás, José. 1991. «Ciencia y censura. La Inquisición española y los libros científicos en los siglos XVI y XVII». Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Estudios sobre la Ciencia: 13). ISBN: 84-00-07 115-8.
- Paty, Michel. 1992. L'histoire des sciences en Amérique latine », La Pensée, 1992, n.º288-289, pp.21-45., Consultado el 24 de enero de 2023.
https://shs.hal.science/halshs-00167115/file/Paty_M_1992f-HScAmLat_2810.pdf.
- Pedrosa, José Manuel. 2006. «La canción tradicional en el siglo XVIII y los inicios de la recolección folclórica en España». Culturas Populares. Revista Electrónica 3 (septiembre-diciembre 2006). Consultado el 1 de agosto de 2023.
<http://www.culturaspopulares.org/textos3/articulos/pedrosa.htm>.
- Pérez Molina, Helena María. 2008. «La obra pictórica de Goya en los albores del siglo XIX (1800-1814) », en «Innovación y experiencias educativas», ISSN 1988-6047, Consultado el 15 de agosto de 2023.
https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_25/HELENA_%20MARIA_PEREZ_MOLINA02.pdf.
- Pérez Ponce, Pedro. 2019. «Historia de España Siglo XIX», Consultado el 6 de febrero de 2023.
https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/ieslaalbora/files/2019/07/H_Espaa_XIX.pdf.
- Pérez Viejo, Tomás. 2012. «Géneros, mercado, artistas y críticos en la pintura española del siglo XIX», NED. Espacio, Tiempo y Forma, Serie V, Núm. 24 (2012), Arte e historia contemporánea, Consultado el 15 de agosto de 2023.
<https://revistas.uned.es/index.php/etfv/article/view/10255>.

- Peset, José Luis. y Antonio Lafuente. 1981. «Ciencia e Historia de la Ciencia en la España ilustrada», Real Academia de la Historia (España), Boletín de la Real Academia de la Historia, Tomo 178, Cuaderno 2, 1981, pp. 267-300, Consultado el 2 de febrero de 2023. <https://digital.csic.es/handle/10261/18038>,
- Pi Corrales, Magdalena de Pazzis. 2003. «El reto de la ciencia española en el siglo XVIII: Hombres, instituciones y medios», en Instituto de historia y cultura naval (2003), Cuadernos monográficos N°43, pp.67-104, Consultado el 30 de enero de 2023. <https://armada.defensa.gob.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/43cuaderno/CM43.pdf>.
- Puerto Sarmiento. Francisco Javier. 1998. «Felipe II y la ciencia», en: Felipe II y su época: actas del Simposium, 1[al] 5-IX-1998, Vol. 2, 1998, ISBN 84-89942-13-7, pp. 65-98, <https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento16265.pdf>. Consultado el 28 de enero de 2023.
- Rey Pastor, Julio. 1951. «La ciencia y la técnica en el descubrimiento de América», Buenos Aires, Espasa Calpe, Consultado el 21 de enero de 2023. https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/la-ciencia-y-la-tecnica-en-el-descubrimiento-de-america--0/html/ff8cdf10-82b1-11df-acc7-002185ce6064_12.html.
- Ribagorda, Álvaro. 2017. «La ciencia española en la Segunda República y la historiografía», Consultado el 13 de mayo de 2023. <https://e-revistas.uc3m.es/index.php/REVHISTO/article/download/4232/2859/>.
- Rivas Arjona, Mercedes. 2014. «La transición española: la historia de un éxito colectivo», en Revista Aequitas; V. 4, (2014) pp. 351-387 ISSN: 2174-9493. Consultado el 1 de marzo de 2023. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4810067.pdf>.
- Robledo Estaire, Luis. 1998. «Felipe II y Felipe III como patronos musicales», Anuario Musical, vol. 53 (1998), Consultado el 7 de julio de 2023. https://www.academia.edu/48672624/Felipe_II_y_Felipe_III_como_patronos_musicales?auto=download.
- Rodrigo Luelmo, Francisco José. 2016. «La adhesión de la España franquista a la OECE», Consultado el 1 de marzo 2023. https://www.cvce.eu/obj/la_adhesion_de_la_espana_franquista_a_la_oece-es-d811252e-2b8c-4824-b2de-d8038e1cfadc.html.
- Romero, José Luis. 1945. «Historia Moderna y Contemporánea». Buenos Aires, Estrada, 1945, Consultado el 24 de enero de 2023. <https://jlromero.com.ar/textos/historia-moderna-y-contemporanea-1945/>.
- Sánchez Lissen, Rocío y María Teresa Sanz Díaz. 2019. «El Plan de Estabilización español de 1959: Juan Sardá Dexeus y la economía social de mercado», en Investigaciones De Historia Económica, 11(1), pp. 10–19. Consultado el 1 de marzo 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ihe.2013.11.014>.
- Sánchez Ron, José Manuel. 2020. «El país de los sueños perdidos: Historia de la ciencia en España», Barcelona. Taurus.
- Silva Suárez, Manuel. (ed.). 2008. «El Renacimiento: De la técnica imperial y la popular». Real Academia de Ingeniería, Institución Fernando el Católico», Zaragoza, Prensas Universitaria., Consultado el 23 de enero de 2023. https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/28/72/_ebook.pdf.
- Terrón Ponce, José L. 2003. «La defensa territorial en ultramar», En Instituto de historia y cultura naval (2003), Cuadernos monográficos, n°43, pp.125-192, Consultado el 30 de enero de 2023.

<https://armada.defensa.gob.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/43cuaderno/cap05.pdf>.

- UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. 2015. Exposición bibliográfica, Ciencia en el Renacimiento [13-enero a 30-junio 2015], Consultado el 24 de enero de 2023. <https://biblioteca.unizar.es/biblioteca-general/exposicion-bibliografica-la-ciencia-en-el-renacimiento>.
- Varela Suanzes-Carpegna, Joaquín. 2006. «El Estado en la España del siglo XX (concepto y estructura) », en Revista de Estudios Políticos (nueva época) ISSN: 0048-7694, n.º. 131, Madrid, enero-marzo (2006), pp. 23-52, Consultado el 23 de febrero de 2023. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1971175.pdf>.
- Vera, Francisco. 1935. «Esquema y carácter general de la Ciencia española en el siglo XVII», en Estudios sobre la ciencia española del siglo XVII; Asociación de Historiadores de la Ciencia Española, Madrid 1935, pp. 1-17. Consultado el 28 de enero de 2023. <https://elgranerocomun.net/Esquema-y-caracter-general-de-la.html>.
- Viguera Molins, María Jesús. 2007. «Los reinos de Taifas y las invasiones magrebíes: Al-Andalus del XI al XIII». RBA. ISBN 9788447348152. Consultado el 28 de enero de 2023. https://es.wikipedia.org/wiki/Al-%C3%81ndalus#cite_note-FOOTNOTEViguera_Molins2007155-15.
- Villa, Guillermo. 2019. «La música en El Escorial de Felipe II: entre el arte y la normativa», en Revista Cruz de Sur, 2019, año IX, n.º. 31, pp. 77-85, ISSN: 2250-4478, Consultado el 7 de julio de 2023. www.revistacruzdelosur.com.ar/Numeros_031-040/RHCZDS-03111-Villa_Trueba-La_Musica_en_El_Escorial.pdf,
- Viloria Vera, Enrique. 2009. «Felipe II: El Primer Globalizador», Colección Salamanca, Biblioteca de derecho y economía (Carlos Palomeque), Consultado el 4 de julio de 2023. <https://allanbrewercarias.com/wp-content/uploads/2010/06/Felipe-II-Arte-final-PAGINA-WEB.pdf>.



Viaje histórico a la innovación española

Aprendizajes para América Latina

PARTE III

La innovación en España desde la ley de la Ciencia 1986

José Manuel Martínez

01/4/2024

PARTE III. La innovación en España desde la ley de la Ciencia 1986

Introducción

El estudio sobre la situación actual de la ciencia, tecnología e innovación en España a partir de 1986 se comenzará identificando las características básicas actuales de la economía española. Se espera así entender mejor cuáles son sus principales aspectos socioeconómicos, ya que estos influyen de manera determinante en el desarrollo científico y tecnológico (C y T). Después se explora el desarrollo CyT español a partir de la aprobación de la Ley de la Ciencia (Ley 13/1986 del 14 de Abril - Ley de fomento y coordinación general de la investigación), en Jefatura del Estado (1986). Se desea ver qué se hizo desde entonces para lograr los interesantes resultados actuales, presentados en la Parte I.

Los resultados presentados en la Parte I muestran avances muy importantes en el desarrollo científico y tecnológico de España, de características comparables a las de países avanzados pero también señalan el descontento de importantes analistas. ¿Cómo ha sido entonces el desarrollo del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI)? Tal como plantea Otero (2001) «Una de las consecuencias más trágicas para la sociedad española del desenlace de la guerra civil con el triunfo militar del bando dirigido por el general Franco fue la destrucción del incipiente sistema científico que con la llamada Edad de Plata había comenzado a edificarse en España». A la muerte de Franco, cuando finalmente España se logró constituir como estado plenamente democrático, se entendió el papel fundamental de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de un país moderno y hubo que trabajar ardua y organizadamente para tratar de ponerse a la altura de los otros países europeos. Se han logrado importantes resultados pero siguen existiendo atrasos, ¿por qué?

Afortunadamente en Internet hemos conseguido información muy completa y detallada acerca de lo que el Gobierno español ha realizado durante la democracia para llevar adelante el desarrollo científico y tecnológico. Esa información permite ver cómo se ha venido desarrollando el SECTI, pero se han incluido algunos análisis críticos de analistas importantes, que dejan ver sus inconformidades sobre cómo se llevaba a cabo este proceso de desarrollo. En esta parte trataremos de conocer el contenido de los planes, las características de la organización y cómo han influido los cambios de política realizados.

Este período, desde 1986 tiene ya cerca de cuarenta años. Se subdividirá destacando algunos hitos. Un primer período, después de aprobada la Ley en 1986, se concluye con la crítica realizada a los veinte años de esa ley. En él se destaca el Programa INGENIO 2010, con el programa Avanza para el desarrollo de las Tecnologías de Información y

Comunicación (TIC), orientando los esfuerzos para sintonizarse con el desarrollo de la Sociedad de la Información.

Con la aprobación de una nueva Ley de la Ciencia en 2011 se abre otro período de interés orientado por la Estrategia Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (EECTI 2013-2020) y los tres Planes Estatales de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (PEICTI), llevados a cabo desde 2013 hasta 2023. Este período se cierra con la aprobación de la Ley de la Ciencia de 2022.

En esta Parte III se va a dar mucha información oficial sobre los planes y las estrategias, presentando para ello resúmenes, a veces comentados, de los diferentes documentos. De esta manera los lectores podrán conocer directamente sus características, los objetivos y acciones que se plantearon. Como en el resto del estudio se ofrecen enlaces de internet a los documentos originales y a los datos de presentación de las personas relacionadas.

A lo largo de este recorrido cronológico se va mostrando el desarrollo institucional que ha acompañado el proceso legislativo y la planificación. El documento se completa con una presentación de los principales indicadores y de su evolución a lo largo del tiempo, para apreciar mejor los resultados. [u](#)

Capítulo 16. Estructura sectorial de la economía española

16. Algunos datos sobre la economía española

Para describir algunas de las características económicas y sociales básicas relacionadas con la innovación española se utilizarán datos presentados en Wikipedia, el Instituto Nacional de Estadística y otros autores.

Actualmente España es un estado social y democrático, organizado como monarquía parlamentaria. Está integrada por diecisiete comunidades autónomas que incluyen 50 provincias y dos ciudades autónomas. Está localizada geográficamente en la península ibérica, la cual comparte con Portugal y está separada al norte, de Francia y el resto de países europeos, por la cordillera Los Pirineos. En 2021 tenía una población de 47.385.107 habitantes en una extensión de 505.370 km². Siendo el cuarto país más grande del continente europeo. Tal como se presenta en el gráfico 5. está integrando 17 Comunidades Autónomas. Las 17 comunidades autónomas son: Andalucía, Aragón, Islas Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Comunidad de Madrid, Comunidad Foral de Navarra, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, País Vasco, Principado de Asturias, Región de Murcia y La Rioja.

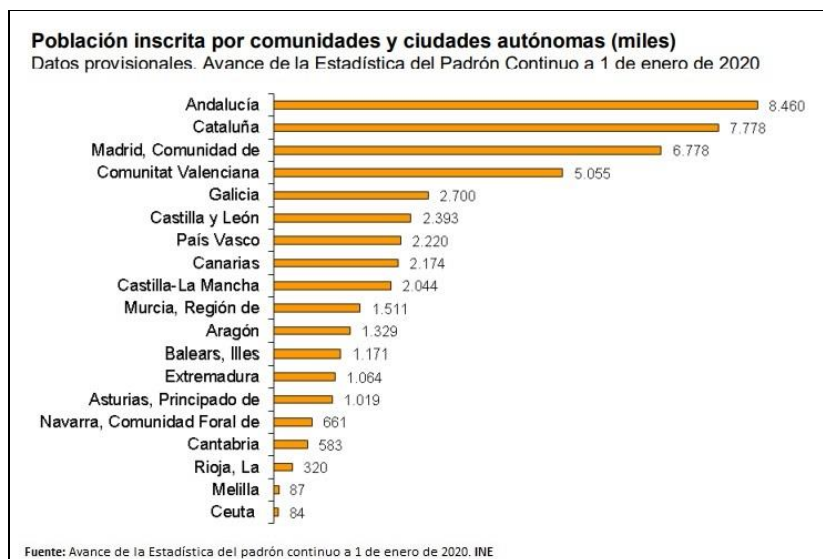
Gráfico 5. Comunidades y provincias de España



Fuente: <https://es.pinterest.com/pin/1010706341357107020/>

En el Gráfico 6 puede verse cuál es la población de las diferentes comunidades.

Gráfico 6. Población en Comunidades de España



La superficie de las distintas comunidades se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7. Superficie de Comunidades en España

Comunidades por superficie			
	Comunidad o ciudad autónoma	Superficie (km ²)	Porcentaje
1	 Castilla y León	94 226	18,6 %
2	 Andalucía	87 268	17,2 %
3	 Castilla-La Mancha	79 463	15,7 %
4	 Aragón	47 719	9,4 %
5	 Extremadura	41 635	8,2 %
6	 Cataluña	32 107	6,3 %
7	 Galicia	29 574	5,8 %
8	 Comunidad Valenciana	23 255	4,6 %
9	 Región de Murcia	11 313	2,9 %
10	 Principado de Asturias	10 604	2,1 %
11	 Comunidad Foral de Navarra	10 391	2,2 %
12	 Comunidad de Madrid	8022	1,6 %
13	 Canarias	7447	1,5 %
14	 País Vasco	7234	1,4 %
15	 Cantabria	5326	1,0 %
16	 La Rioja	5045	1,0 %
17	 Islas Baleares	4992	1,0 %
18	 Ceuta	19	0,0 %
19	 Melilla	12	0,0 %
	Total	504 645	100 %

Fuente: <https://www.saberespractico.com/curiosidades/superficie-de-las-ccaa-de-espana/>

El idioma oficial en España es el castellano, lengua que en el 2012 era lengua materna del 82% de la población española, correspondiendo el resto a lenguas maternas de algunas de las comunidades autónomas. El castellano es la segunda lengua materna más hablada en el mundo, por 600 millones de hispanohablantes.

España goza de tener la cuarta esperanza de vida del mundo. El PIB colocaba a España en 2021 en la decimocuarta posición mundial. Es una gran potencia turística debido a su clima y acervo cultural e histórico, porque en 2019 tuvo 83 millones de turistas.

Participa regularmente en los principales organismos internacionales (ONU, Consejo de Europa, OMC, OCDE, OTAN, UE).

Según Pampillón (2022) el tejido productivo español se caracteriza por un elevado peso del sector servicios y por una baja presencia del sector industrial. Si bien, no siempre ha sido así, los datos de Contabilidad Nacional y la Encuesta de Población Activa muestran que en las décadas de los años 70 y 80 el peso de la industria y la energía en la producción nacional y el empleo superaban el 25%.

«Los datos de la tabla 8 muestran, sin embargo, que desde 1970 España registra una disminución paulatina de la contribución de la industria en el PIB, mientras el sector servicios ha ido adquiriendo un mayor peso con el transcurso del tiempo. Así, desde 1970 el sector servicios tiene una importancia creciente pasando de representar el 46% del PIB en 1970 al 75% en 2022. Esta tercerización es habitual en el proceso de desarrollo económico de la mayoría de los países. En este sentido, España es una

economía de servicios y tiene un importante número de empresas que son muy competitivas en ese sector. Por ejemplo, buena parte de la inversión española en el exterior y de las exportaciones está en los sectores bancario, distribución, ingeniería, gestión y construcción de infraestructuras (aeropuertos, autopistas, etc.), gestión de aguas y basuras, hoteles, producción y distribución de energía, energías renovables, seguros, telefonía, etc. ». (Pampillón 2022)

Tabla 8. Puntuaciones de dimensiones de la innovación. European Innovation Scoreboard 2021

	Agricultura y pesca	Industria y energía	Construcción	Servicios
1970	11,0%	34,0%	8,8%	46,2%
1980	7,0%	28,6%	7,9%	56,5%
1990	5,5%	25,1%	8,8%	60,6%
2000	4,1%	20,6%	10,1%	65,2%
2005	3,0%	18,8%	11,6%	66,6%
2010	2,6%	17,2%	8,8%	71,4%
2015	2,5%	17,1%	5,5%	74,9%
2021	2,9%	16,9%	5,6%	74,6%

Fuente: INE (2022)

«En términos de empleo, y a partir de la década de los 80 (ver tabla 8), la industria empezó a perder importancia. Así, mientras que la población empleada en el sector servicios ha ido aumentando su porcentaje sobre el total de los trabajadores ocupados, la industria ha ido reduciendo su participación». (Pampillón 2022). Cuando observamos los datos de la agricultura vemos en la Tabla 8 que el empleo en 1970 era altísimo. España era un país muy rural y fue a partir de los planes de modernización que se fue desarrollando, acercándose a valores de los países más industrializados.

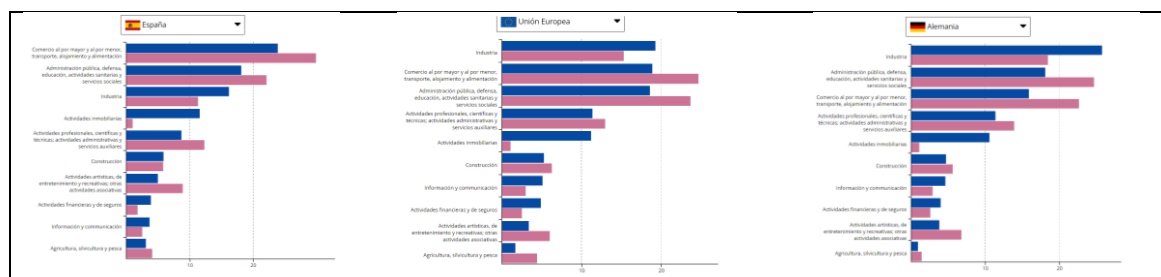
Tabla 9. Estructura del empleo en la economía española (Datos en porcentaje)

Año	Agricultura y pesca	Industria y energía	Construcción	Servicios
1970	29,3%	25,3%	8,9%	36,5%
1980	18,6%	27,2%	9,3%	44,9%
1990	11,5%	23,7%	9,8%	55,0%
2000	6,8%	18,8%	12,0%	62,4%
2010	4,6%	13,8%	9,3%	72,3%
2015	4,3%	13,6%	5,8%	76,2%
2022	3,9%	13,6%	6,5%	76,0%

Fuente: INE (2022)

Según podemos ver en el Gráfico 7, cuando comparamos la estructura productiva española con la de la Unión Europea y particularmente con la de Alemania, vemos que existen importantes diferencias en el peso relativo de los distintos sectores.

Gráfico 7. Valor añadido bruto y ocupación por actividad económica (como % del total), 2017



Valor Añadido Bruto (VAB) Ocupación

Fuente: https://www.ine.es/prodyser/economia_ue18/bloc-3a.html?lang=es

En Europa y en Alemania la industria es el sector que tiene mayor importancia, respectivamente 19,3 % del VAB y 25,8%, mientras que en España es de 16,2%. El comercio en Europa toma el 18,9%, en Alemania el 15,9% y en España el 23,9%. Las actividades profesionales, científicas y otras en la Unión Europea alcanzan el 11,4%, al igual que en Alemania, en España solo el 8,7%. Estas diferencias también se ven en la agricultura, silvicultura y pesca, que en Alemania sólo representa el 0,9% del VAB, en la Unión Europea el 1,7% pero en España sube al 3,1%. Ya se ve que la actividad industrial es la que domina la Unión Europea y países desarrollados como Alemania y aunque España ha avanzado en la transformación a una economía de servicios, todavía no ha logrado niveles basados en la ciencia y la tecnología como base económica. Para ver más claramente la estructura de la economía española la tabla 9 siguiente nos indica la distribución detallada de los distintos sectores al PIB y al empleo. Lo primero que se debe comentar es la diferencia entre esta clasificación sectorial y la anterior de la Unión Europea. En esta clasificación se destaca la importancia del comercio, el turismo y la construcción tanto en el PIB como en el empleo, pero también la del sector salud. La industria no aparece especificada y debería estar incluida en automoción y minería seguramente, aunque se espera que en otros sectores también haya un componente industrial. No se ve tampoco el papel de los servicios profesionales y científicos.

Tabla 10. Aportes al PIB y al empleo en sectores en España (fines de 2018)



<https://d500.epimg.net/descargables/2019/08/29/08a19b40d6ef6208b569e6c7b7cc62c0.png>

Desde luego es importante apreciar que, tal como se comenta frecuentemente por los medios de comunicación la economía española ha estado dominada siempre por el turismo y la construcción. Aunque, como vemos en la Parte I de ese informe, España ha logrado una gran organización en el área de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, con avances científico-tecnológicos modernos, estos no se ven claramente identificados como motores económicos fundamentales.

Otro aspecto importante de la economía española es el tamaño de las empresas. En la Tabla 10 que sigue se presentan los datos más recientes (Octubre 2022) sobre el número de empresas españolas según tamaño:

Tabla 11. Número de empresas españolas según tamaño (Octubre 2022)

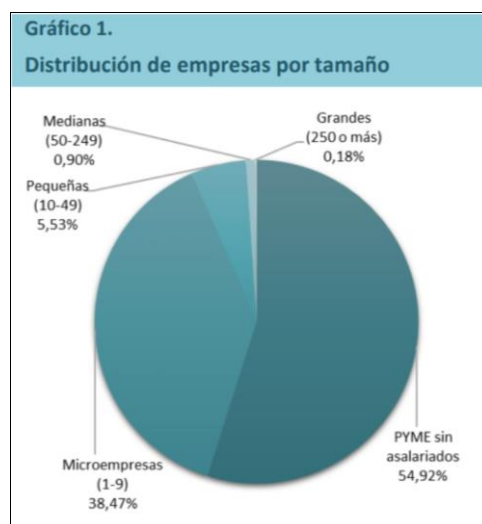
Empresas por tamaño	Número de empresas	Tasa de variación %	
		mensual	anual
PYME (0-249 asalariados)	2.919.970	-0,20	-0,16
PYME sin asalariados (0 asalariados) ² 3T2022	1.606.466	0,00	-0,28
PYME con asalariados (1-249 asalariados)	1.313.504	-0,09	-0,02
Microempresas (1-9 asalariados)	1.125.245	-0,09	-0,52
Pequeñas (10-49 asalariados)	161.788	-0,13	2,98
Medianas (50-249 asalariados)	26.471	0,12	3,81
Grandes (250 o más asalariados)	5.257	1,43	4,89
Total Empresas	2.925.227	-0,20	-0,16

Fuente: Publicación «Cifras PyME. Octubre 2022». Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

El número de PYME sin asalariados se estima como el número de «Autónomos propiamente dicho» sin asalariados de la última estadística trimestral disponible (tercer trimestre de 2022).

Tal como puede verse en el Gráfico 8.C, según el número de empresas, el tejido empresarial español se compone de un 54,92% de autónomos, un 0,18% de grandes empresas y un 44,90% de pymes. El total de las pymes se desglosa en un 85,67% de microempresas, un 12,32% de pequeñas empresas y un 2,01% de medianas empresas.

Gráfico 8.C. Distribución de empresas por tamaño en España (Octubre 2022)



Fuente: <https://www.empresaactual.com/tipos-empresa-por-tamano/>

Las estadísticas de la Unión Europea indican que en toda la UE hay un total de 23,5 millones de empresas no financieras, de las cuales el 98,7% eran pequeñas en 2015 (0-49 asalariados), el 1,0% medianas (50-249 asalariados) y sólo el 0,2 % eran grades, con más de 250 asalariados, pero éstas generaron el 33% del empleo y el 44% del Valor Añadido Total. La mayor proporción de asalariados en pequeñas empresas se observó en Italia (66%) y después en España (60%), mientras que en las grandes empresas la

mayor proporción de asalariados se dio en Reino Unido (47%), seguido de Francia (39%) y Alemania (37%). Desde un punto de vista macroeconómico, normalmente se comparan los países por cuánto representan las inversiones en I+D respecto al PIB. En este caso en España en el año 2020, según datos presentados en el portal de la Unión Europea ([Europa Press Ciencia](#)) el 24 de noviembre 2021, «el gasto en I+D interna ascendió a 15.768 millones de euros en 2020, lo que supuso un aumento del 1,3% respecto al año anterior. Dicho gasto representó el 1,41% del PIB, frente al 1,25% de 2019, según los últimos datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Así, la inversión en I+D creció en España por sexto año consecutivo, superando por primera vez el nivel máximo de inversión respecto al PIB previo a la crisis, que se alcanzó en 2010 (del 1,4%). Sin embargo, España vuelve a estar lejos del objetivo del 2% que el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2017-2020 establecía para 2020».

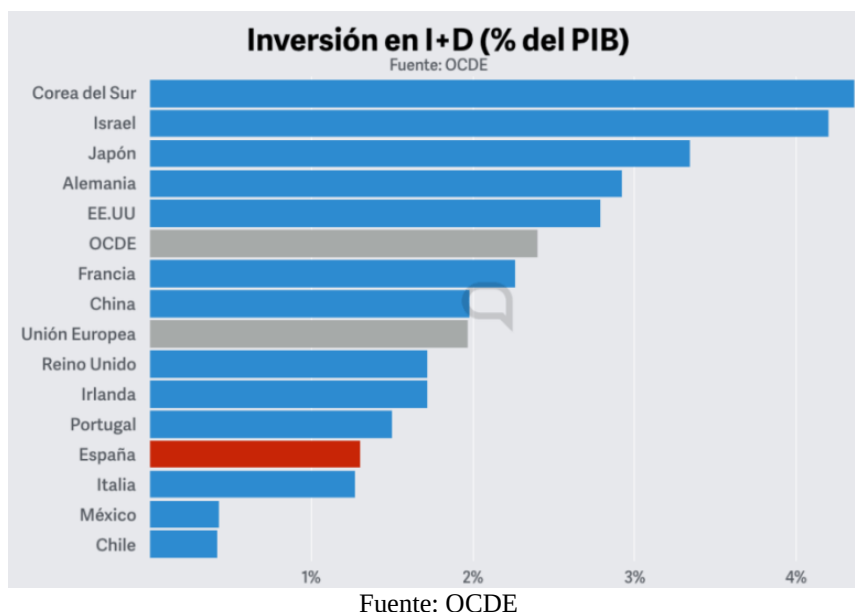
Según el Banco Mundial, Alemania en 2020 tenía una inversión en I+D de 3,14 % del PIB, mientras que en España alcanzaba el 1,41% PIB. La Unión Europea, según Europa Press Ciencia (6 diciembre 2022), indicaba que destinará 13.500 millones de euros entre 2023 y 2024 para apoyar a investigadores e innovadores en la búsqueda de soluciones para los retos medioambientales, energéticos, digitales, y geopolíticos a los que Europa deberá hacer frente en el transcurso del próximo año. Esta financiación forma parte del programa de investigación e innovación de la UE Horizonte Europa, dotado con 95.500 millones de euros. El monto de la inversión en I+D como porcentaje del PIB anual representó para la UE el 2,3 % en 2020. En los Estados Unidos el año 2020 fue el 3,45 % del PIB y en Japón 3,26 %.

Inversión en I+D

% PIB 2020

España	1,41%
UE	2,3 %
Alemania	3,14%
Japón	3,26 %
Estados Unidos	3,45 %

Gráfico 9. Inversión en I+D (% PIB)



Una visión más completa en la que se aprecian los valores de otros países cuyo desarrollo científico y tecnológico es más reciente puede verse en el Gráfico 9, en el que faltan los países escandinavos¹³⁹: Suecia: 3,53% PIB. Dinamarca: 2,96%. Finlandia: 2,94%. Islandia: 2,47%. Noruega: 2,28%.

Como se mencionó en un párrafo anterior, España va muy por detrás de los países más avanzados en el uso de la innovación como motor de su economía.

En comparación con los países europeos España muestra importantes debilidades en relación con su organización industrial en algunos índices, como tamaño empresarial, empleo y producción. Las pequeñas empresas y los trabajadores independientes son la gran mayoría de las empresas y ellas no son las que innovan o hacen desarrollo tecnológico. En 2020 los autónomos eran el mayor número de empresas – 54,92%-, las PYMES con nueve (9) o menos asalariados – 38,47% -, que al sumarse con los autónomos significan 93,39% del total de empresas. Las empresas que en España tienen más de 250 asalariados son solamente el 0,18% del total de empresas. Puede decirse, si lo comparamos con el porcentaje en la Unión Europea que también ahí el número de empresas grandes es semejante -0,2% -. La diferencia está en que estas últimas empresas son las que generan el 33% del empleo y el 44% del Valor Agregado Total. Como puede verse España progresó rápidamente cuando estableció, por fin, un gobierno democrático. En el Gráfico 10.C, desde 1986 cuando España ingresó a la Comunidad Económica Europea, hasta 2007, se ve que el PIB progresó muy rápidamente, a una tasa media anual acumulativa de 3,4%. La crisis mundial económica de 2008 la hizo decaer rápidamente volviendo a recuperarse en 2013. El PIB per cápita también creció rápidamente, descendiendo igualmente en 2008.

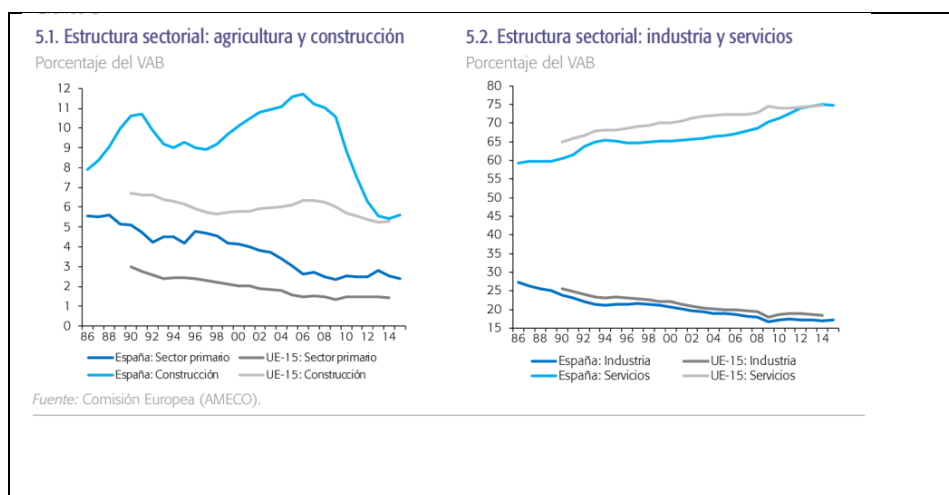
¹³⁹ <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=OE>

Gráfico 10. PIB real España.1986-2014



La estructura sectorial a lo largo de estos años muestra en el Gráfico 11. que el sector construcción fue importante y creció hasta 2007, decreciendo después muy rápidamente; el sector primario decreció continuamente mientras crecía el sector servicios y decrecía el sector industrial.

Gráfico 11. Estructura sectorial de la economía española. 1986-2014



Fuente: Comisión europea

A la economía española se le achaca el bajo crecimiento de la productividad como consecuencia de la especialización en sectores intensivos en mano de obra (construcción y turismo) y en la dualidad entre trabajadores fijos y temporales. El desempleo ha estado siempre por encima del de la Unión Europea, con una media en todo el período 1986-2014 de 16,7% de paro estructural y 8,9% de la población activa, mientras que en la Unión Europea el paro estructural promedio era 8,9%. (Laborda 2016) [u](#)

Capítulo 17. La Ley de la Ciencia 1986

17. (La Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación. 13/1986, de 14 abril)

Hay una coincidencia casi total de todos los estudiosos sobre la ciencia y la tecnología en España de que la aprobación de esta Ley, familiarmente conocida como Ley de la Ciencia puso los cimientos del sistema de ciencia en España. Pasado ya el período de transición después de la muerte de Franco el gobierno del PSOE toca el tema de la Ciencia y la Tecnología. En la Exposición de Motivos, ya en el primer párrafo, se hace un ataque directo contra la pasividad de los gobiernos en prestar atención a la importancia de la investigación en los países del entorno. Se comienza reconociendo que la contribución española al progreso científico tecnológico había sido escasa, que había un clima de atonía, que faltaban estímulos sociales y había una ausencia de instrumentos para garantizar la intervención eficaz de los poderes públicos para la programación y coordinación de los escasos medios. Se planteaba también la falta de conexión entre los objetivos de investigación y las políticas de los sectores relacionados y entre los centros de investigación y los sectores productivos. Como se consideraba que España no estaba a la misma altura que los países industrializados se proponía promulgar una normativa y establecer instrumentos para definir líneas prioritarias de I+D, programas, recursos y coordinar actuaciones entre los sectores productivos, centros de investigación y universidades. Se consideraba que los principios que inspiraron la Ley eran una garantía de una política científica integral, coherente y rigurosa en todos los niveles del proceso, para lograr que la investigación pudiera ser rentable desde los puntos de vista científico-cultural, social y económico, para que fuera la más adecuada a las exigencias y necesidades del país.

La Ley estableció el [Plan Nacional de Investigación Científica](#) como centro de definición de todo lo relativo a I+D. Definió de entrada un conjunto muy ambicioso de objetivos muy generales, empezando por lograr el progreso del conocimiento y el avance de la innovación y desarrollo tecnológico. Añadía que debía lograrse el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales, el crecimiento económico, el fomento del empleo y la mejora de las condiciones de trabajo. También la competitividad de todos los sectores productivos, así como el desarrollo de los servicios públicos, la defensa nacional, la enseñanza, las artes y la cultura, el Patrimonio Artístico e Histórico. No se olvidaba de plantear la necesidad de adecuar la sociedad española a los cambios producidos por el desarrollo científico y las nuevas tecnologías.

El Plan Nacional fomentaría la investigación básica, asegurando el financiamiento regular de equipos de investigación de calidad en las Universidades y demás centros públicos de investigación. Contendría también previsiones para el fomento de la I+D en las empresas y promovería la comunicación entre centros de investigación y las empresas.

El Plan debería definir los objetivos para el sector público y los que mediante acuerdo debieran cumplirse por el sector privado. El Plan comprendería Programas Nacionales de I+D, Programas Sectoriales de I+D y Programas de las Comunidades Autónomas, así como Programas Nacionales de Formación de Personal Investigador. El financiamiento procedería fundamentalmente de los Presupuestos Generales del Estado y de otros aportes y tarifas.

Para establecer la gobernanza, una [Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología](#) tendría delegados de todos los Ministerios y se ocuparía de la planificación, coordinación y seguimiento del Plan. También se constituyó el [Consejo Asesor para la](#)

[Ciencia y la Tecnología](#), con la finalidad de promover la participación de la comunidad científica y de los agentes económicos y sociales en el Plan Nacional. Por otra parte el [Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial \(CDTI\)](#) seguiría ejerciendo sus funciones en relación con las empresas y colaboraría con la Comisión Interministerial. Se creó también el Consejo General de Ciencia y Tecnología para promover la coordinación general de la investigación científica y tecnológica, en la que participarían representantes de las Comunidades Autónomas para facilitar los programas y proyectos de éstas. La Ley debía regir el funcionamiento de las [Organismos Públicos de Investigación \(OPI\)](#) y se encargó al [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#) su coordinación.

17.1. Los Planes después de la Ley de la Ciencia 1986

Con la Ley de la Ciencia se incorporó la política científica como parte de la política general del Estado, tal como ya había ocurrido en los Estados Modernos. Desde la entrada en vigor de la Ley de la Ciencia la evolución de la I+D en España ha sido constante, pero es necesario echar un vistazo a su papel a lo largo del tiempo para poder entender cómo se han logrado los importantes resultados señalados en la Parte I de este trabajo y cuáles han sido las circunstancias a lo largo de ese ya largo camino.

Desde 1986 hasta hoy 2023, España ha seguido manteniendo un gobierno democrático y como se ha mostrado en la Parte I ya existe un Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Información bastante desarrollado. España tiene hoy una población de investigadores importante, así como una infraestructura de Centros de Investigación muy moderna, una producción de artículos científicos a la altura de los principales países del mundo que producen conocimientos. Existe un sistema de gobernanza en el que hay normas e instituciones que se ocupan regularmente de organizar el desarrollo de actividades científico-tecnológicas y ahora se valora el papel económico de la innovación. Sin embargo las cifras de inversión nacional distan todavía mucho de las que mantienen los países europeos y mundiales que tienen un desarrollo mayor, tanto económico como en CTI.

Es por eso necesario revisar cómo se ha dado el proceso de desarrollo científico-tecnológico desde que la Ley de la Ciencia lo impulsó.

En todo este largo período han sucedido cambios en la dirigencia del gobierno y por tanto en las políticas. En la Tabla 11 se muestran los períodos de las diferentes legislaturas, los nombres de los presidentes y el partido al cual pertenecían, de manera que en la revisión que se hará para comprender cómo se ha dado el desarrollo científico-tecnológico desde 1986 se pueda identificar la influencia que ha tenido la conducción política del Estado en este campo.

Tabla 12. Cronología de presidentes después de Franco

Adolfo Suárez González	3-julio-1976	25-febrero-1981
Leopoldo Calvo Sotelo	25-febrero-1981	1-diciembre-1982
Felipe González Márquez	1-diciembre-1982	04-mayo-1996
José María Aznar López	04-mayo-1996	17-abril-2004
José Luis Rodríguez Zapatero	17-abril-2004	21-diciembre-2011
Mariano Rajoy Brey	21-diciembre-2011	01-junio-2018
Pedro Sánchez Pérez-Castejón	02-junio-2018	

Fuente: <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/presidentes-desde-1823/Paginas/index.aspx>

Ya que el Plan Nacional de Investigación Científica se convirtió en la expresión central de la política en ciencia y tecnología veamos cómo fue cumpliendo ese papel a lo largo del tiempo.

Entre 1988 y 2008 se formularon 6 planes:
I (1988-1991)
II (1992-1994)
III (1996-1999)
IV (2000-2003)
V (2004-2007)

El Dr. Jesús Sebastián¹⁴⁰ ha hecho ese trabajo para los seis primeros planes. Según él esta ley marcó el establecimiento de manera regular de una política científica y tecnológica en España. La ley contribuyó a situar a España en un lugar destacado en el contexto internacional y a que hubiese una producción científica de carácter regular en publicaciones científicas. Pero hace referencia a lo que planteó Fernández de Labastida (2006). Vicepresidente de investigación científica y técnica (CSIC), en su artículo «La ley de la Ciencia de 1986 y la ley de Agencias Estatales de 2006 en la

Revista electrónica mi+d. Número especial 2006»: «En lo relativo a la producción tecnológica la situación de España dista de ser satisfactoria». El resultado es una economía que presenta síntomas preocupantes debido a la baja actividad en el ámbito de la innovación. (Sebastián, 2008)

A continuación se resumirán sus principales reflexiones de Jesús Sebastián respecto a los seis primeros Planes Nacionales de Investigación Científica entre los años 1988 y 2008. Pero antes se va a mostrar la evolución del Ministerio responsable de las

¹⁴⁰ Jesús Sebastián es Doctor en Ciencias Biológicas, ha sido Investigador Científico sobre Ciencia y Tecnología del CSIC. En este campo ha sido Vicepresidente de política científica del CSIC (1983.1988), Subdirector General de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) (1989-1992), Secretario General del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) (1989-1996). Ha hecho docencia, investigación y asesoría internacional en políticas y gestión de la I+D y de cooperación internacional. Tiene numerosas publicaciones en el campo de la I+D.

actividades científicas y tecnológicas para que se puedan relacionar los cambios políticos en la dirección del Gobierno con los cambios de enfoque y gobernanza. Los departamentos ministeriales desde el reinado de [Juan Carlos I](#) con competencias en Ciencia se muestran en la tabla 13:

Tabla 13. Denominaciones de los Ministerios

[Ministerio de Educación y Ciencia](#),
durante el gobierno de [Carlos Arias Navarro](#) (11 de diciembre de 1975–7 de julio de 1976),
durante el gobierno de [Adolfo Suárez](#) (7 de julio de 1976–5 de abril de 1979),
durante el gobierno de [Felipe González](#) (2 de diciembre de 1982–4 de mayo de 1996),
durante el gobierno de [José Luis Rodríguez Zapatero](#) (17 de abril de 2004–14 de abril de 2008);
[Ministerio de Universidades e Investigación](#)
durante el gobierno de Adolfo Suárez (5 de abril de 1979–26 de febrero de 1981),
[Ministerio de Educación y de Universidades e Investigación](#)
durante el gobierno de [Leopoldo Calvo-Sotelo](#) (26 de febrero de 1981–2 de diciembre de 1982),
[Ministerio de Educación y Cultura](#),
durante el gobierno de [José María Aznar](#) (5 de mayo de 1996–27 de abril de 2000),
[Ministerio de Ciencia y Tecnología](#),
durante el gobierno de José María Aznar (27 de abril de 2000–17 de abril de 2004),
[Ministerio de Ciencia e Innovación](#),
durante el gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero (14 de abril de 2008–21 de diciembre de 2011);
[Ministerio de Economía y Competitividad](#),
durante el gobierno de [Mariano Rajoy](#) (21 de diciembre de 2011–2 de junio de 2018).
[Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades](#),
durante el gobierno de [Pedro Sánchez](#) (2018-2020)
[Ministerio de Ciencia e Innovación](#),
durante el II gobierno de [Pedro Sánchez](#) (2020-)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Ministerios relacionados con la Ciencia desde la muerte de Franco

Presidente	Período	Nombre del ministerio
Carlos Arias Navarro	12/1975 – 7/1976	Min. Educación y Ciencia
Adolfo Suárez	7/1976 – 4/1979	Min. Educación y Ciencia
	5/1979 – 2/1981	Min. Educ. Univ. e Investigación
	2/1981 – 9/1981	Min. Educ. Univ. e Investigación
Leopoldo Calvo Sotelo	12/1981-12/1982	Min. Educación y Ciencia
Felipe González	12/1982 - 7/1986	Min. Educación y Ciencia
	7/1986 - 5/1996	Min. Educación y Ciencia
José María Aznar	5/1996 - 4/2000	Min. Educación y Cultura
	4/2000 – 4/2004	Min. Ciencia y Tecnología
José Luis Rodríguez Zapatero	4/2004 – 4/2008	Min. Educación y Ciencia
	4/2008 – 12/2011	Min. Ciencia e Innovación
Mariano Rajoy	12/2011 – 6/2018	Min. Economía y Competitividad
Pedro Sánchez	6/2018 – 1/2020	Min. Ciencia, Innovación y Universidades
	1/2020 - -----:	Min. Ciencia e Innovación

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_los_ministerios_de_Ciencia_de_Espa%C3%B1a

En la Tabla 14 se presentan los nombres de los ministerios encargados de CTI en los distintos períodos de gobierno. Puede observarse en las Tablas anteriores que ha habido cambios en la denominación de los Ministerios responsables de las actividades científico-tecnológicas. Los cambios de denominación estuvieron acompañados de cambios de enfoques y de personas que venían dirigiendo las actividades, lo cual causó desviaciones, retrasos y finalmente debilidades en el progreso de lo que se venía haciendo.

A niveles más bajos del de ministerios, siempre han continuado funcionando grupos, por ejemplo «Secretarías de Estado». En éstas, la palabra «Investigación» se ha combinado con otras –como universidades, investigación y desarrollo, educación, desarrollo e innovación y también desapareció totalmente cuando, entre 2000 y 2004, fue sustituida por «política científica y tecnológica».

Han existido también «Secretarios Generales», igualmente con diferentes denominaciones y funciones: Política científica; Política científica y tecnológica; Ciencia, tecnología e innovación; Ciencia e innovación; Coordinación de política científica; Investigación; Innovación. También han existido «Direcciones Generales» cuyas denominaciones y responsables cambiaron de un gobierno a otro y a veces dentro del mismo gobierno.

Un caso muy particular fue la desaparición de un ministerio con designación directa en investigación, ciencia o innovación. Eso sucedió durante el Gobierno de [Mariano Rajoy](#) (2011-2018) en el que las actividades científico-tecnológicas fueron incorporadas al Ministerio de Economía y Competitividad.

Toda la historia del desarrollo Científico y Tecnológico (CyT) está muy bien documentada. Hay muchas publicaciones de los organismos públicos, pero cada uno transmite lo que corresponde a sus responsabilidades. Por otra parte está [COTEC](#) y además las publicaciones de los estudiosos que analizan esas informaciones y opinan sobre lo que ha ido pasando. Para facilitar la comprensión general de todo el proceso que explica cómo se ha llegado hasta hoy se han identificado algunos hitos en los que ha habido eventos o cambios importantes.

- En el año 2005 se aprobó el importante programa [INGENIO 2010](#) que facilitó producir avances significativos en el SECTI.
- En el año 2006 se celebraron los 20 años de la publicación de la Ley de la Ciencia 1986 y fue un importante momento de reflexión. Esa evaluación ayudó a crear nuevos enfoques.
- En el año 2007 se aprobó la [Estrategia Nacional de Ciencia y Técnica \(ENCYT\)](#) y el [VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación 2008-2011](#)
- En el año 2008 se generó una crisis mundial en el sistema económico que tuvo repercusiones en todos los países occidentales, entre ellos en España.
- En el año 2010 se aprobó la [Estrategia Estatal de Innovación E2i](#)
- En el año 2011 se aprobó una nueva [Ley de la Ciencia 2011](#).
- En el año 2013 se aprobó la [Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación \(EECTI\)](#) y el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de innovación (PEICTI) - VII Plan Nacional -.

A partir de este momento se siguen generando regularmente planes nacionales, trienales, ahora con el nombre PEICTI:

- [VII Plan Nacional PEICTI 2013-2016](#)
- [VIII Plan Nacional PEICTI 2017-2020](#)
- [IX Plan Nacional PEICTI 2021-2023](#)
- X Plan Nacional PEICTI 2024-2027

Así como estrategias para seis años:

- [EECTI 2013-2020](#)
- [EECTI 2021-2027](#)

En el año 2015 se crea la [Agencia Estatal de Investigación \(AEI\)](#)

En el año 2022 se aprueba una nueva [Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación](#)

A continuación se harán breves descripciones de las principales características de los planes, para mostrar cómo han ido variando y avanzando a lo largo del tiempo. Se resumirán los comentarios de la evaluación realizada por Sebastián (2008).

El I Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico(1988-1991)

Se aprobó una vez que se estabilizó el gobierno de Felipe González, a los dos años de haberlo comenzado. Tuvo un enfoque estratégico para el desarrollo de las áreas científicas y tecnológicas y una amplia colaboración de los sectores implicados. En su implementación tiene un sesgo académico con un menor compromiso de otros ministerios, especialmente el de Industria y menor peso de las empresas en el plan. El Plan prioriza el desarrollo científico sobre el tecnológico, camino que se ha mantenido invariable.

La estructura temática del I Plan estuvo influenciada por el Programa Marco de I+D de la Comunidad Europea. Eso seguirá siendo así en los siguientes planes. Las actividades e instrumentos están basados en convocatorias competitivas para instituciones públicas y en proyectos concertados en investigación básica y básica-orientada, a iniciativa de los investigadores. La financiación está basada en la competencia, la calidad de las propuestas y eventualmente la pertinencia. Para su ejecución se organizó un eficiente aparato de gestión, ampliamente aceptado por la comunidad científica. (Sebastián, 2008).

El II Plan (1992-1995)

Fue continuista, se desarrolló cuando todavía gobernaba Felipe González. Se consolidó el mecanismo de asignación de recursos. Se fortaleció el sistema público, las universidades y el CSIC y se crearon las OTRIS. Se logró dedicar entre el 1% Y el 2%

de los fondos de la UE para creación de infraestructura y mejora de los equipamientos universitarios.

El III Plan (1996-1999)

El PSOE perdió las elecciones y entra a gobernar el Partido Popular, como presidente José María Aznar (1996-2004). En este Plan hubo un mayor acercamiento a otros ministerios con programas conjuntos. También con el sector empresarial, ampliando su participación en el plan. Se aprobó el PACTI (Plan Nacional de Fomento de la Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología- Industria) con énfasis en las unidades de interfaz, procesos de transferencia de tecnología e intercambio de científicos y tecnólogos. El cambio de gobierno modificó las condiciones de gestión. Estos primeros planes se llevaron a cabo durante la gestión de gobierno del PSOE.

El IV Plan (2000-2003)

Por primera vez se incluye de forma explícita la innovación (I+D+i). En este plan se aumentó la complejidad conceptual y la tipología de programas y acciones, pero sin un incremento presupuestario significativo. Se creó un programa, tipo «Paraguas», para tener una visión completa del sistema, pero insuficiente para la articulación e integración de los componentes. Se desarrolló el PROFIT ([Programa de Fomento de la Investigación Técnica](#)). Se creó La [Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología \(FECYT\)](#), el [Programa Genoma](#) y el [programa Ramón y Cajal](#). Se creó el Ministerio de Ciencia y Tecnología, pero no se resolvieron los problemas organizativos, ni funcionales del sistema científico técnico de España. No hubo la integración adecuada de la fusión de estructuras ministeriales previas del Min. de Industria y del Min. de Educación, ni a la articulación con las universidades ni a la reestructuración de los centros públicos de investigación.

El gobierno de Aznar elaboró el V Plan pero éste fue gestionado por el nuevo gobierno del PSOE. Entonces se divide el Min de Ciencia y Tecnología separando Educación y Ciencia con la investigación científica y parte del desarrollo tecnológico y el Min. de la Industria, Comercio y Turismo con el fomento al desarrollo tecnológico y el CDTI. (Sebastián, 2008)

El V Plan (2004-2007)

El [El V Plan \(2004-2007\)](#) Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004 - 2007 mantuvo el marco conceptual del IV Plan. Como objetivos últimos, el V PN de I+D+I mantenía los tres principios generales acostumbrados:

- estar al servicio del ciudadano y de la mejora del bienestar social
- contribuir a la generación de conocimiento
- contribuir a la mejora de la competitividad empresarial

Como objetivos estratégicos proponía una lista muy detallada de objetivos muy generales, que cubrían todas las áreas que siempre se consideran necesarias para el buen funcionamiento de un Sistema Nacional de I+D+i.

El V Plan tenía numerosos programas nacionales temáticos (25), 100 líneas prioritarias y 12 acciones estratégicas, más 5 programas nacionales horizontales. Se creó un sistema integral de seguimiento y evaluación y hubo un incremento presupuestario importante para I+D. (Sebastián, 2008)

El [V Plan 2004-2007](#), en cinco años movilizó 12.000M€, de los cuales 4.000M€ correspondieron al sector privado. Sin embargo el diseño y la implementación se quedaron cortos respecto a las expectativas y potencialidades previstas, hubo un desigual compromiso de los actores, demasiadas prioridades, mucho peso de la cultura académica, insuficiente articulación con las Comunidades Autónomas, cambios y

dificultades en la gestión, insuficiente esfuerzo privado, fluctuaciones presupuestarias. Tal como plantea el Informe SISE (COSEP 2007):

«Si bien el Plan Nacional abarca la mayor parte de las actuaciones en materia de I+D+I de la AGE, ... se definen... grandes objetivos estratégicos, con grandes niveles de abstracción y...un excesivo número de «líneas prioritarias detalladas... no existe en el Plan una conexión directa y medible entre los objetivos estratégicos y las actuaciones e instrumentos... se observa cierta disonancia entre la estructura del Plan, colección de temas, y su implementación». SISE (COSEP 2007)

El Programa INGENIO 2010

En 2005, ya en el gobierno de Zapatero, el Gobierno de España estableció el [Programa INGENIO 2010](#) para dar respuesta a la Estrategia de Lisboa de la Unión Europea, que establecía como objetivo estratégico la plena convergencia con la Unión Europea en 2010. Este Plan se manejó en paralelo con el Plan. Esta iniciativa involucró al Estado, la Universidad y los Organismos Públicos de Investigación. Se incrementaron sustancialmente los recursos destinados a I+D+i focalizando nuevas actuaciones para enfrentar los retos del SECTI; se implementaron reformas normativas y se estableció un sistema de seguimiento y evaluación de las políticas de I+D+i. El Ministerio de Ciencia e Innovación gestionó cuatro grandes programas:

El Programa CÉNIT

Este programa estuvo compuesto por tres proyectos:

Los Proyectos Cénit, para financiar grandes proyectos de investigación industrial de carácter estratégico (medio ambiente, energía, biomedicina, TICs, materiales). Se dedicaron 1.072 Millones de euros (M€) y se produjeron 211 patentes, 1557 empleos, 1867 prototipos, 450 colaboraciones público-privadas, 52 proyectos europeos y 565 publicaciones científicas.

El Programa Torres Quevedo, que financió la contratación en empresas de personal altamente calificado (doctores y tecnólogos) para fortalecer la capacidad tecnológica del sector productivo y la consolidación de empresas de base tecnológica (EBT) y «spin-off». Se financió la contratación de más de 6500 investigadores, 3618 contratos (68,7% en Pymes).

El Programa NEOTEC, de Capital Riesgo, que fue una iniciativa creada en 2005 entre el CDTI (Min. Industria) y el Fondo Europeo de Inversiones (FEI), para consolidar empresas tecnológicas recién nacidas, estimular la inversión de capital riesgo e incrementar el perímetro de empresas innovadoras en España. Se involucraron 17 inversores de los sectores financiero, empresarial y público, con un importe comprometido de 183M€.

CONSOLIDER

[El Proyecto Consolider](#) fue una de las iniciativas más valoradas por la comunidad investigadora porque benefició a 820 grupos de investigación y 6000 investigadores en 77 proyectos, con más de 250 millones de financiamiento.

Estuvo integrado por:

Proyectos CIBER y RETICS para la investigación biomédica de excelencia, potenciando la investigación cooperativa para crear redes estables y multidisciplinarias. Se utilizaron más de 350M€ y participaron 1619 grupos de investigación y cerca de 9000 investigadores. Se aprobaron 1700 nuevos contratos para investigadores asociados a estos programas y se publicaron 8198 artículos en revistas de primer nivel, 391 guías de práctica clínica realizadas y 167 patentes de las cuales 18% en explotación.

Programa I3 (Incentivación de la Incorporación e Intensificación) de la actividad investigadora. Fue un proceso colaborativo con las CCAA para la estabilización

de los investigadores, eliminando el carácter de temporalidad en la contratación y favoreciendo la captación de talento internacional. Se financiaron 1396 investigadores.

Programa Mapa ICTS (Instalaciones Científico Técnicas Singulares)¹⁴¹, para crear instalaciones, recursos o servicios necesarios para realizar investigación de vanguardia y de máxima calidad, así como para la transmisión, intercambio y preservación del conocimiento. El presupuesto invertido fue de 719 M€ incluyendo el aporte de 126 M€ de las CCAA, lo que produjo un fenómeno de especialización tecnológica de éstas.

Programa EUROINGENIO, que reunió un conjunto de actividades destinadas a promover la participación en el VII Programa Marco de I+D+i 2007-2013 de la UE.

Plan AVANZA

El [Plan AVANZA](#) (2006-2010) fue uno de los ejes claves del Programa Ingenio2010. Se centró en el desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) y de la Sociedad de la Información. El Plan Avanza reconocía el papel de las TIC en el desarrollo económico de los países, en los cambios organizativos y sociales, las formas de producción, de organización y en la forma de vida. La innovación se consideraba como la base de esos desarrollos.

El tema de las TIC y de la electrónica se venía trabajando en España, según lo plantea Soto (2003), ya desde los años '80. España ya estaba planteando medidas y organizándose para asumir esos desafíos y participar en la Sociedad de la Información reconociendo su importancia en el desarrollo de los países más avanzados.

El desarrollo y manejo de las TIC y los planes para la Sociedad de la Información han estado muy separados administrativamente de los planes para la ciencia, la tecnología y la innovación.

En 1999 el Consejo de Ministros había aprobado la Iniciativa del Gobierno para el Desarrollo de la Sociedad de la Información (INFO XXI. La Sociedad de la Información para todos), desarrollada mediante un Plan de Acción (2001-2003). En noviembre de 2002 se creó la Comisión Especial del Estado para el Desarrollo de la Sociedad de la Información (CDSI) respondiendo a las inquietudes del Ministerio de Ciencia y Tecnología, aprobando un Plan de Actuaciones (2004-2005) al cual siguieron otras acciones.

La Digitalización creció muy rápidamente. Se han ido creando nuevas tecnologías y nuevas condiciones y actuaciones. A partir de 2013 se aprobó la [Agenda Digital para España](#), para el desarrollo de la economía y la sociedad digital, marcando la ruta en Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) y de la Administración Electrónica, para estar en sintonía con la Agenda Digital para Europa en 2015 y en 2020. Actualmente hay un Programa, la [España Digital 2025](#) que recoge diez ejes estratégicos alineados a las políticas digitales marcadas por la Comisión Europea. Con el Plan AVANZA se buscó la colaboración entre la Administración General del Estado (AGE) con las Comunidades Autónomas (CCAA). El Plan AVANZA buscaba superar los retrasos de España en el crecimiento de la productividad y en el grado de inserción en la Sociedad de la Información. España estaba retrasada también en la difusión y uso de las TIC. Como objetivos el Plan Avanza se planteaba aumentar el gasto en TIC hasta un 7% del PIB, planteando objetivos de acceso en banda ancha a hogares y empresas. El Plan Avanza aprobado en 2005 fue seguido por el Plan Avanza

¹⁴¹ Ver en Anexo A cuáles existen actualmente y qué hacen

2 y por su Estrategia 2011-2015 para «continuar la senda hacia la Sociedad del Conocimiento».

Hoy día, en la página del Plan Avanza (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales/Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial/Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital) se presenta una página denominada «[Extractos de opiniones de analistas nacionales e internacionales](#)» y otra «[OECD Information Society Reviews: The Case of Spain's Plan Avanza](#)». En ellos se reconoce que España tuvo un importante crecimiento del mercado y de los servicios de las TIC. El informe que hizo la OCDE a solicitud del Gobierno Español, señaló que una revisión del Plan Avanza permitía concluir que la mayoría de los interesados percibían impactos positivos del Plan Avanza y que éste contribuyó positivamente al mejoramiento del uso de las TIC.

La evaluación del programa INGENIO 2010 mostró cómo las inversiones en CTI habían logrado producir importantes avances en el desarrollo del SECTI.

En las Conclusiones del análisis del Plan Ingenio 2010 realizado por el Ministerio (Ministerio de Ciencia e Innovación, 2010) se indica que España había alcanzado el 9º puesto científico mundial en la producción de publicaciones científicas; se habían conseguido ciertos liderazgos tecnológicos internacionales (energía eólica, solar, infraestructuras o tecnologías del agua) y liderazgos emergentes en biotecnología, nuevos materiales o coche eléctrico entre otros. La inversión comprometida en el Plan Ingenio 2010, desde 2005, excluyendo el Plan Avanza fue de 3.022M€, lo cual generó 95.000 empleos de los cuales 29.700 fueron empleos directos, con una implicación de más de 4.000 grupos de investigación y de 20.000 investigadores, logrando un incremento positivo en todos los indicadores entre 2004 y 2008. Se concluía también, a partir de los resultados de una encuesta realizada a 6.000 doctores, que los investigadores mostraban satisfacción con su trabajo, estabilidad y salario y que 58% de los que tuvieron estancias en el extranjero regresaron al país por cuestiones académicas. (Ministerio de Ciencia e Innovación, 2010)

El Plan Ingenio 2010 se manejó separando su administración en dos partes: El Ministerio de Ciencia e Innovación gestionó los Programas CENIT, CONSOLIDER y EUROINGENIO y el Ministerio de Industria, Turismo Y Comercio gestionó el Plan AVANZA. Se ha considerado siempre como un plan muy exitoso.

El VI Plan (2008-2011)

[El VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011](#) le dio mucha más importancia a instrumentos operativos (Proyectos, redes) que a objetivos y prioridades, pero no avanzó en la necesaria articulación de los instrumentos. Un aspecto relevante fue el apoyo al fortalecimiento institucional. Un cambio administrativo importante fue la creación del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Muchos, en el año 2006, consideraron que el modelo del Plan estaba agotado, Que se necesitaba un mayor enfoque estratégico y una mayor capacidad de cooperación, articulación y concertación con las Comunidades Autónomas, así como mayor interrelación y coordinación con las políticas sectoriales y sociales del gobierno. Se planteaba que había que darle mayor flexibilidad y diversificación a la política científica y tecnológica y que había que crear una estrategia de mediano y largo plazo que concretara y determinara prioridades ligadas al desarrollo social y productivo, seleccionando los ejes de actuación, programas relacionados con las capacidades, consolidación y fortalecimiento del tejido institucional y acciones estratégicas de carácter sectorial. (Sebastián, 2008)

Veamos cuáles fueron algunos de los planteamientos de los expertos.

Una primera evaluación indicó que todos estos planes se centraron en ser una fuente estable de financiación para las actividades de investigación y para el fortalecimiento del sistema público de I+D. Los planes ayudaron a crear una cultura de evaluación y de proyectos en la comunidad científica como medio para la investigación, facilitaron la adquisición de estándares internacionales e incrementaron la productividad en las publicaciones científicas. Tuvieron como defectos la prevalencia de los enfoques dominados por la comunidad científica y los mecanismos espontáneos para el desarrollo de iniciativas con una influencia menor del desarrollo tecnológico y escaso liderazgo del sector productivo. En gran parte se mitificaron las publicaciones en los sistemas de incentivos y se dio menor valoración a la transferencia de conocimientos y la cooperación. También se atomizaron los proyectos de investigación. Se descuidó la dimensión estratégica y a los industriales de envergadura, la investigación de riesgo y de alta inversión. La articulación con las Comunidades Autónomas fue insuficiente, hubo redundancia, atomización, pérdida de la capacidad global, limitaciones de la masa crítica, desaprovechamiento de los Fondos de Desarrollo Regional.

Como se ha comentado, hubo una importante continuidad en los planes aunque el cambio de gobierno modificó el enfoque e hizo cambios institucionales. Los resultados más destacados están en la progresiva creación de una cultura de investigación y de la valoración de la producción de publicaciones científicas de nivel internacional. A pesar de que desde la Ley de la Ciencia de 1986 se planteaba la importancia del desarrollo tecnológico, de la transferencia de tecnología y de las relaciones investigación y producción con las empresas se indicaba que eso no había avanzado. Hay que destacar que algunas de las instituciones creadas con los planes han tenido y tienen todavía un importante papel en el SECTI: son las OTRIS, el FECYT y el CDTI.

17.2.Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad en España 2007

Como puede verse en el resumen que se presenta de [El Libro Blanco](#) sobre Interrelación entre Arte, Ciencia y Tecnología en el Estado Español publicado por la FECYT en 2007, España se planteó la conveniencia de estudiar las relaciones entre el Arte, la Ciencia y la Tecnología. Veamos cuáles fueron los argumentos, estudios y acciones que derivaron de esa inquietud.

Ya en septiembre de 2003 se había planteado, a propuesta de su Comisión de Humanidades que se constituyera una plataforma de análisis de esa interrelación. FECYT valoró la tremenda importancia estratégica y las enormes posibilidades creativas que el entrecruce ACT podría aportar a la sociedad del conocimiento e integró un grupo de trabajo con el propósito de analizar este asunto. Este grupo tuvo entrevistas con personas y grupos españoles y europeos impulsores y ejecutores de prácticas en este campo y realizó jornadas de discusión. Como resultado de esas actividades se preparó un Libro Blanco, en el que se presentó el análisis de la situación del sistema ACT en España y se propusieron recomendaciones para impulsar su desarrollo.

En el trabajo realizado se cubrieron cuatro áreas: formación, investigación, producción y divulgación. El objetivo principal era: reflejar y poner en valor la importancia estratégica de la interrelación ART, analizar el estado del desarrollo en España, contrastarlo con el de otros países y preparar recomendaciones para su desarrollo.

De entrada se reconocía que en la sociedad del conocimiento, en los países avanzados, se iban desarrollando industrias creativas con importantes efectos en la producción y el empleo. Se consideraba también que «la confluencia de las prácticas artísticas y las tecnologías electrónicas es extremadamente fértil» y que «las artes de nuestro tiempo... no pueden pensarse ajenas...a las extraordinarias nuevas posibilidades...de las tecnologías electrónicas». Consideraron también que «los artistas toman inspiración en

los hallazgos de la ciencia o investigan de manera creativa en algunos campos tecnocientíficos». Se hacían además otras consideraciones sobre el acercamiento e integración de las culturas científicas y humanistas, antes epistemológicamente separadas, así como de los beneficios para el arte y para el dialogo humano que permiten los instrumentos electrónicos, facilitando el interés común de la ciudadanía, potenciando los procesos de democratización de las sociedades actuales.

Los análisis iniciales no dejaban de reflexionar sobre aspectos culturales, políticos y económicos relacionados con el concepto tradicional de que la experiencia artística es un patrimonio al común de la humanidad, lo que haría necesario encontrar fórmulas eficientes para compatibilizar los derechos de autor con el derecho al libre acceso y la libre circulación del conocimiento.

El documento concluye que en los últimos años en España había crecido exponencialmente la actividad alrededor de la interrelaciones entre ACT, por toda la geografía del Estado, mostrando que había una creatividad emergente. También se señalaba que había una consolidación internacional, que existía un entramado consolidado de instituciones, plataformas, grupos y personas que formaban redes de alto valor añadido. Se recomendaba por eso la creación de redes de cooperación e intercambio y el incremento de los recursos para el desarrollo de las iniciativas existentes y el desarrollo de los ámbitos de formación, investigación, producción y difusión del sistema ACT en conexión con la comunidad internacional.

Finalmente se proponía un conjunto de medidas concretas a ser implementadas en la Administración, en las universidades y en los centros ya existentes.

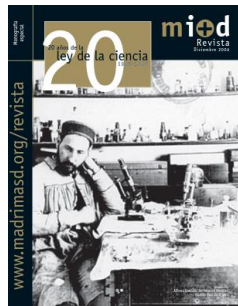
«La intersección entre Arte, Ciencia y Tecnología constituye un escenario estratégico para la investigación, el desarrollo y la generación de innovación en las sociedades actuales, de tal forma que favorecer e impulsar su expansión y consolidación podría sin duda atraerles grandes y muy diversificados beneficios». [△](#)

Capítulo 18. A los 20 años de la ley de la Ciencia

18. Comentarios críticos

Los análisis realizados antes de aprobar la Ley de la Ciencia indicaban que la situación de la Ciencia y la Tecnología en España señalaba el escaso tamaño relativo del sistema, una evidente descoordinación entre procesos, esquemas organizativos, estrategias y políticas, escasa eficiencia de la gestión de los limitados recursos, baja intervención del sector privado en el desarrollo tecnológico y seguidismo poco crítico de las orientaciones de los organismos internacionales.

Así la Ley de la Ciencia trató de ser un instrumento de promoción de todas las actividades relacionadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico y establecer mecanismos de relación entre los agentes. Reconoció la necesidad de programar las actividades, distribuir los recursos, coordinar las acciones y asignar responsabilidades, entre otros aspectos, en relación con las políticas de desarrollo económico y social., aunque con limitaciones en los instrumentos y obsolescencia en las estrategias.



Con el paso del tiempo. Aunque se fue progresando en el proceso de organización de la ciencia y la tecnología española, también se comenzaron a advertir deficiencias que muchos expertos en el área fueron mostrando.

La Fundación Madri+d convocó a importantes autores, algunos de los cuales habían participado directamente en la gestión de la ley de la ciencia y en su administración inicial y dedicó un número completo de la revista Mi+d en la que se recogen 22 artículos que

analizan el impacto de la Ley de la Ciencia y ofrecen reflexiones para hacer cambios en el futuro. Se van a señalar algunos de los comentarios que nos han parecido más interesantes para comprender la marcha del proceso de desarrollo, aunque todos ellos dan aportes que sería conveniente conocer y que todavía están accesibles en Internet. (Madri+d 2006)

La presentación es muy ilustrativa y se van a copiar algunas frases de quien la escribió: Alfonso González Hermoso de Mendoza (González 2006), que reflejan el importante sentido político que respaldó la presentación y aprobación de la Ley de la Ciencia. En el mismo año 86 «España se incorporaba como miembro de la Unión europea». «La democracia obtenía su pleno reconocimiento y se iniciaba un proceso de rápidas transformaciones que adecuan la economía al libre mercado». «Democracia, mercado y ciencia, las instituciones sobre cuya conjunción Occidente ha cimentado su civilización se concitaban para construir un proyecto de convivencia nacional». «En paralelo las Cortes Generales manifestaban su compromiso por la Ciencia y los valores que ésta encarna».

Pasados 20 años de aprobación de la Ley de la Ciencia «España es un país moderno, reflexivo y próspero». La Unión Europea contribuyó con ayudas económicas sin precedentes para que esto se lograra.

Sin embargo «No se ha cerrado el triángulo virtuoso entre ciencia, sociedad y empresa. La política científica ha sido incapaz de establecer la conexión entre la actividad productiva y la generación de conocimiento científico y tecnológico». A los 20 años de la Ley 1986 se veía que la distancia de la inversión en I+D en relación con los países de la OCDE aumentaba. A los 20 años se vio que se cerraba el Ministerio de Ciencia y Tecnología y que nunca se llegó a firmar el Pacto de Estado por la Ciencia.

Según Marcellán (2006, 10-14) España desde los años 80 vivió una profunda transformación en su estructura económica y social. La Constitución de 1978 promovió la ciencia y la investigación científica y técnica. Atribuía al Estado la competencia exclusiva sobre el fomento y coordinación general. Por otra parte España tuvo una plena integración a la comunidad internacional, en particular a la Unión Europea. Marcellán (2006) indica que todo eso se dio por la contribución entusiasta de investigadores e importantes cambios en el marco institucional.

Las cifras muestran progreso tanto en la inversión para I+D+i, que pasó del 0,43% PIB en 1981 a 1,09% PIB en 2004. Y lo mismo en otros conceptos: el personal dedicado a I+D+i en 1981 fue de 2,7 ‰ de la población activa y en 2004 de 8,6 ‰. La producción de artículos científicos de prestigio internacional pasó de poco más de 4000 en 1981 a casi 30.000 en 2003, 2,8% de la producción mundial, que en 1981 era 0,7%.

Señala también que en los últimos 25 años España se incorporó a las organizaciones científicas internacionales más importantes ([Organización Europea para la Investigación Nuclear – CERN](#)-. [Agencia Espacial Europea – ESA](#) – [La red Eureka](#), y muchas otras) y que en España se construyeron también grandes instalaciones científico-técnicas en las áreas de Astronomía. Bases Antárticas, investigación oceanográfica, fusión termonuclear, supercomputación, un sincrotrón, energías solares.

Considera este autor que con la Ley de Ciencia en 1986 se comienza una profunda renovación, pero que hacía falta aumentar el monto de las inversiones en I+D (que estaban por debajo de las cifras de otros países europeos), los montos de la inversión privada en I+D+i, la cooperación público-privada, los resultados de la transferencia y la generación de patentes. Considera que el reto era conseguir que la generación de conocimiento científico, la transferencia y los resultados para la innovación empresarial se conectasen y se pusieran a la altura de los países más avanzados de la UE.

Otro autor, Pavón (2006) es muy crítico al indicar que «Es evidente que el modelo de desarrollo en el que se basa el crecimiento económico de España, fundamentado en el estímulo del consumo, la construcción y servicios como el turismo, no favorece precisamente el estímulo de la innovación tecnológica». Señala también que la Ley de Ciencia está en «las antípodas del planteamiento de política tecnológica dominante desde hace más de 20 años en los países más desarrollados» y para apoyar su argumento destaca que en junio de 1982 se había aprobado la Ley de Innovación Tecnológica, basada en el modelo de demanda de los años '70 dominante en los países más desarrollados, pero que fue desplazada por la Ley de Ciencia, que recuperó el modelo científico-tecnológico de los años 50 y 60 (el modelo lineal) modelo de oferta, basado en la creación de conocimientos científicos en las Universidades y Centros Públicos de investigación. Hace un duro comentario: «desafortunadamente los gobiernos de distintos signos políticos... no ha variado la, a la vista de sus resultados, absoluta ineficacia de las políticas de CTI de nuestro país», citando los cambios institucionales que se hicieron al cambiar de gobierno y la falta de continuidad de los ministros. En sus conclusiones precisa que: «las políticas gubernamentales solo pueden influir en los procesos de innovación como «agentes facilitadores» pero en ningún caso pueden sustituir el protagonismo de la Empresa en el proceso de Innovación Tecnológica». Muñoz y García (2006) participaron directamente como autores de la Ley de Ciencia y en su puesta en práctica después de su aprobación. Consideraron que «fue una apuesta colectiva encaminada a producir conocimiento científico y técnico a través de la investigación», que estuvo movida por dos factores esenciales que impregnaban – otros tiempos y otras costumbres – la vida política española: la ilusión y la esperanza y llevada a cabo como fruto de un esfuerzo colectivo. El empeño del gobierno de España fue, sin duda, decisivo, así como el apoyo de una gran mayoría de la comunidad científica, de seleccionados representantes del mundo empresarial y de las Asociaciones de Investigación.

Los principales resultados de la Ley para estos actores son que la Ley fue un instrumento razonable para el fomento de la investigación científica y técnica. Quedó pendiente el efecto propulsor sobre el desarrollo tecnológico y la innovación y no logró la conexión eficiente entre la comunidad científica y la empresarial, sin mantener tampoco la coordinación con las Comunidades Autónomas.

La Ley no partió de cero, aunque fue la que le dio el impulso definitivo a la C y T española. Ya en el pasado anterior, los llamados grupos tecnócratas en el gobierno del general Franco habían creado unos organismos relacionados con el apoyo a la investigación: el CSIC (Consejo Superior de Investigación Científica) - todavía existente y de alto aprecio y actividad -, y en 1958 el CAICYT (Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica), la cual preparó un Plan Nacional de Investigación para 1978-79, que no llegó a ponerse en marcha. Por otra parte en la época de los gobiernos de la Unión de Centro Democrática, después de la muerte de Franco en 1975, se hicieron también intentos de reorganizar la ciencia y la tecnología en España.

«La cultura científica no ha progresado tras 20 años desde aquella incipiente revolución de la política científica española que fue la Ley de la Ciencia. Hoy podemos observar, con cierto desasosiego, que en ese tiempo las esperanzas de una neta mejoría en el sistema investigador español quedaron en parte frenadas, y en algún caso incluso frustradas». «Desde luego, en un país con escasa tradición investigadora, que además fue en gran parte arrasada durante el excesivamente largo periodo de la dictadura franquista, no era fácil que prendiera la llama de una renovación completa de las actitudes sociales en

torno a la ciencia y sus desarrollos». «Los sucesivos gobiernos posteriores tuvieron escaso interés, ... las razones económicas primaban; pero también la escasa apuesta de las empresas por una investigación que seguía asumiéndose como exclusiva competencia de la administración pública Toharia (2006)

Los planteamientos de estos pocos autores seleccionados, de los 22 artículos presentados en la revista Madri+d (2006) a los 20 años de la Ley de la Ciencia, nos permiten apreciar que realmente esta Ley representó un quiebre definitivo en el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en España, reconociendo también que se hicieron algunos intentos organizativos en la época de la dictadura, sin mayores efectos. El análisis realizado muestra cómo el factor sociopolítico fue determinante para su aprobación y desarrollo, pero también cómo, a pesar de que hubo una amplia participación, se dejaron de considerar enfoques más avanzados, seleccionando un modelo de desarrollo para CTI que ya estaba siendo superado internacionalmente (el modelo lineal).

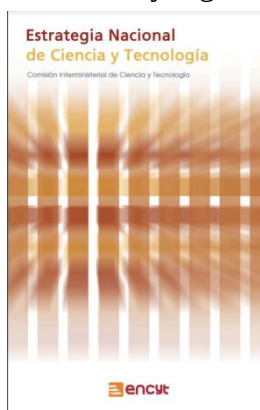
A los veinte años de aprobada la Ley de la Ciencia se había avanzado ya mucho en la producción científica, en infraestructuras de investigación y en resultados, como publicaciones, personal dedicado a la investigación e inversiones, aunque no todavía al nivel de los demás países europeos. El enfoque que tuvo la Ley y las acciones derivadas habían dejado fuera el impulso al desarrollo tecnológico y a producir una efectiva relación entre el aparato científico-tecnológico y el sector productivo. Tampoco había logrado cambiar la cultura científica del país.

En resumen las reflexiones de los autores en esta revista, a los 20 años de la Ley, coinciden en señalar que muchas de las cosas buenas que tiene aquella Ley de la Ciencia se quedaron a medias y otras que pudieron haberse desarrollado posteriormente nunca llegaron a ver la luz. Se concluye que no se consiguieron plenamente los objetivos que se habían propuesto, que se debían establecer nuevas medidas y enfoques para completar los resultados que faltaba conseguir. Quizás como fruto de esas reflexiones en el año 2008 el Gobierno aprobó por primera vez una estrategia de más largo plazo que permitiera orientar los planes mediante un enfoque estratégico que les diera continuidad, esa fue la ENCYT (Estrategia Nacional de Ciencia y Técnica)

18.1.Estrategias, Planes y Ley de la Ciencia 2011

18.2.La Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología ENCYT 2007-2015

La primera [Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología \(ENCYT\) 2007-2015](#) se concibió como «instrumento vertebrador e integrador de los grandes principios que han de regir las políticas y programas de investigación e innovación y ... las principales líneas de acción». «Constituye el marco de principios y objetivos generales, ampliamente compartidos, a partir de los cuales han de elaborarse los futuros Planes Nacionales y regionales de I+D».



Los principios básicos definidos en esta estrategia fueron los tradicionales, siempre deseados, muy generales y abstractos:

- Poner la I+D+i al servicio de la ciudadanía, del bienestar social y de un desarrollo sostenible con plena e igual participación de la mujer.
- Hacer de la I+D+i un factor de mejora de la competitividad empresarial.
- Reconocer y promover la I+D como un elemento esencial para la generación de nuevos conocimientos.

Con la definición de seis objetivos estratégicos se buscaba 1) situar estratégicamente a España en la vanguardia del conocimiento, 2) promover un tejido empresarial altamente competitivo, 3) integrar los ámbitos regionales en el Sistema de C y T, 4) Potenciar la dimensión internacional del Sistema de Ciencia y Tecnología, 5) disponer de un retorno favorable a la inversión de I+D+i y 6) disponer de las condiciones adecuadas para la difusión de la C y T.

Para cada uno de estos objetivos se definieron de una vez un conjunto detallado de acciones clave y se estableció un conjunto de indicadores para hacer seguimiento, Se sentaban las bases para un «Gran Acuerdo por la C y T», «para avanzar hacia la visión que compartimos de modernizar España, alcanzar mayores niveles de desarrollo, avanzar hacia el liderazgo de la economía del conocimiento y obtener mejores cotas de bienestar social».

En relación con el Plan Nacional se establece que debe ser el instrumento de planificación y programación a corto-medio plazo en C y T y que debe comprender las actividades a desarrollar por los organismos públicos de investigación científica y desarrollo tecnológico.

El Gobierno percibió la necesidad de combinar la identificación de objetivos a más largo plazo con la descripción de los principales problemas estructurales del sistema y programas encaminados a su solución como se había logrado con el Programa INGENIO 2010, que había tenido un indudable efecto positivo como elemento movilizador del Sistema de Ciencia y Tecnología, «pero para seguir avanzando en el camino deseado, el sistema español de innovación y las estructuras de investigación científica y técnica que lo soportan deben superar los déficit y problemas que actualmente lo caracterizan y que obstaculizan la misión que deben cumplir con relación a la economía y la sociedad española».

Así se establecía que:

El sistema español de I+D+i no está suficientemente desarrollado para las necesidades de una sociedad del conocimiento (bajo número de investigadores y escaso %PIB en gastos).

Las empresas españolas aún no han asumido plenamente las inversiones en I+D como aspecto central para aumentar su capacidad de competir.

El sistema público de I+D está caracterizado por su fragmentación y por la carencia de estrategias institucionales de los centros públicos de investigación y de las universidades que resuelvan los problemas de acción colectiva.

El sistema español de I+D e innovación se ha hecho extraordinariamente complejo en los últimos años. (ENCYT 2007-2015)

Como resultado de este análisis se establecía que «A corto y medio plazo el desafío más importante del sistema español de I+D reside en movilizar la capacidad de producir conocimiento, de formar recursos humanos y de transferir capacidades a la economía y a la sociedad por parte de los organismos públicos de investigación y de las universidades» y por eso se concluía que «es necesario elaborar un marco de referencia a medio y largo plazo, regulable y revisable en el tiempo para asegurar la decisión óptima en cada momento, y que englobe un nuevo concepto de Plan Nacional: la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) ».

Puede verse que la Administración diagnosticaba la situación en que se encontraba el desarrollo CyT en España, pero que se repetían problemas importantes, sobre los cuales se habían definido planes hacía mucho tiempo. Se planteaba ahora la conveniencia de

planificar a largo plazo mediante Estrategias y a corto plazo, más operativamente, mediante Planes. La ENCYT- 2007-2015 fue un primer ensayo estratégico.

18.3.La Estrategia Estatal de Innovación E2i 2010-2015



En el Ministerio de Ciencia e Innovación, en el año 2010, durante el Gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero, se reconoció el «cambio radical que se ha producido en el sistema económico mundial en las últimas décadas» por el desarrollo explosivo de la informática, la aceleración tecnológica, la rapidez y menos precio de las comunicaciones, la liberación de los mercados de mercancías y factores de producción, las migraciones, etc. «En ese marco, el concepto de innovación se ha convertido en el centro del discurso económico, como herramienta para conjugar las necesidades de cambio y sostenibilidad».

En la E2i se reconocía que había cambiado de enfoque teórico y práctico en relación al progreso técnico, que antes se tenía como factor externo y ahora se consideraba como un elemento central endógeno indispensable para un adecuado funcionamiento de las economías nacionales en el contexto competitivo mundial. Se valoraba la innovación, más allá del aspecto tecnológico. También se asumía el concepto de sistema de innovación, como conjunto de factores y agentes que finalmente determinan la capacidad de innovación de una economía y que juega un papel fundamental para el crecimiento económico.

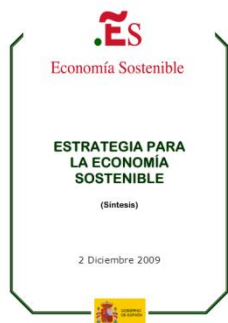
Se planteaba que los gobiernos debían poner en marcha políticas activas de innovación para acelerar el crecimiento económico, «no solo para resolver los problemas presentes sino para anticipar retos futuros» y que, como la magnitud de dichos retos sobrepasa los límites de intervención de los gobiernos, una estrategia política en materia de innovación debería incluir importantes mecanismos de coordinación entre el ámbito público y el privado. En unas primeras consideraciones el documento de la estrategia de innovación hace referencia a los planteamientos de la OECD en 2010 «[The OECD Innovation Strategy: Getting Start on Tomorrow](#)» («Estrategia de Innovación: Conseguir ventajas para el futuro») que señalaba cinco líneas de actuación:

- Capacitar a las personas para innovar.
- Liberar el potencial innovador (entorno seguro y abierto a la competencia y a la innovación y adecuado funcionamiento de los mercados financieros).
- Crear y aplicar el conocimiento (creación y financiación adecuada del sistema público de investigación, perfeccionar gobernanza, promover flujos de conocimiento, sistema eficaz de protección de la propiedad industrial e intelectual y mejora de los servicios públicos).
- Aplicar la innovación para hacer frente a los retos sociales y globales (cooperación científica y tecnológica internacional y la transferencia de tecnología, política de innovación estable).
- Perfeccionar la gobernanza y los indicadores de medida de las políticas de innovación.

Se reconocía también lo que se planteaba en la Unión Europea, la cual proponía tres prioridades estratégicas:

- Crecimiento inteligente (basado en el conocimiento y la innovación).
- Crecimiento sostenible (economía competitiva, conectada y respetuosa del medio ambiente).
- Crecimiento integrador (potenciar el papel de los ciudadanos en sociedades inclusivas)

El Ministerio de Ciencia e Innovación reconocía que aunque «Durante las últimas décadas la economía española ha experimentado una profunda transformación en su aparato productivo», «No obstante, la crisis financiera y económica internacional ha afectado con intensidad a la economía española» traduciéndose en un retroceso en el ritmo de crecimiento e incremento en la tasa de paro. En relación con la innovación planteaban como problemas que el modelo de crecimiento se apoyaba en sectores poco innovadores y el sector financiero dedicaba pocos recursos a las empresas innovadoras y actividades de capital-riesgo. Destacaban también la descoordinación entre el sistema educativo y las necesidades de las empresas y las rigideces de la Administración Pública.



La Estrategia Estatal de Innovación E2i 2010-2015 se enmarcaba en la [Estrategia para la Economía Sostenible](#), que había sido aprobada antes, en diciembre de 2009. En ésta se articulaba un ambicioso programa de reformas, incluyendo el incremento en la inversión en investigación, desarrollo e innovación. Incluía también entre sus previsiones la de una nueva Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación y la formulación de una Estrategia Estatal de Innovación, como marco de referencia para el cambio de modelo productivo, «con el objeto de transformar la economía

española en una economía basada en la innovación». Ya en la [Ley de Economía Sostenible](#) se introdujeron las primeras medidas en materia de innovación.

18.4. La nueva Ley de la Ciencia en 2011

En el año 2011 se aprobó por unanimidad una nueva Ley de la Ciencia. En el preámbulo se reconocía que la ley de la Ciencia de 1986 había propiciado en gran medida la generación de conocimiento para el progreso de la sociedad española. En ese momento se consideraba que el sector productivo español estaba empezando a desarrollar una cultura científica, tecnológica e innovadora, esencial para su competitividad. También, que la economía española debería avanzar hacia un modelo productivo en el que la innovación debería ser una actividad sistemática en todas las empresas. Se apreciaba que estaba emergiendo una cultura de cooperación entre el sector público de la ciencia y la tecnología y el tejido productivo y que recientemente las Comunidades Autónomas habían venido desarrollando sus propios instrumentos de organización y planificación de la ciencia y la tecnología, así como el apoyo a la innovación. Todo eso, con una creciente asignación de recursos públicos a esas actividades, había ido configurando un SECTI robusto y complejo, con capacidades y retos muy diferentes a los de 1986, lo que demandaba un nuevo marco legal.

En esta nueva Ley de la Ciencia 2011 se reconoció que existían diferencias sustanciales entre la intervención pública que requiere el fomento a la investigación científica y técnica, así como la creación de un entorno favorable a la innovación, por lo que se propusieron dos planes distintos. Unos para la investigación científica y técnica y otro para la innovación. Se le daba importancia a la innovación y a la carrera y condiciones de trabajo de los recursos humanos, incluyendo aspectos nuevos, como la movilidad de los investigadores entre sector público de I+D y empresas. Se apoyaba la creación y desarrollo de empresas de base tecnológica y otras medidas para lograr mayor contribución del sector privado a la financiación y ejecución de actividades de I+D+i, como la compra pública de innovación y la ciencia abierta, y otros importantes aspectos relacionando Ciencia, Tecnología y Sociedad.

La Ley 2011 presentaba un amplio catálogo de objetivos generales, que realmente incluían todos los aspectos que intervienen para lograr que la CTI pueda realizarse

efectivamente, creando un Sistema Nacional de CTI perfectamente operativo, con el mejor posicionamiento internacional.

El plan estableció cinco acciones estratégicas (AE) que representaban las apuestas del Gobierno en materia de I+D, en: salud, biotecnología, energía y cambio climático, telecomunicaciones y sociedad de la información, nanociencia y nanotecnología, nuevos materiales y nuevos procesos industriales. El plan también incluía un programa horizontal de ayudas para el fomento de la cultura científica y tecnológica de la sociedad.

Después de la reflexión sobre lo que había sucedido con la Ley de la Ciencia, en el sexto Plan Nacional de I+D 2008-2011 se destacaron, de nuevo, planteamientos que ya se habían puesto como objetivos en la Ley del 86, ahora con una nueva redacción.

La Estrategia Española de Innovación quedaba englobada dentro del marco planteado por la Unión Europea en la Estrategia Europa 2020 en la que, dentro de una visión conjunta y un cuadro común de objetivos globales, se perseguía alcanzar el 1% sobre el PIB de inversión pública y el 2% de inversión privada en I + D + i, haciendo que la inversión global de los países en I + D + i llegase al 3% de su PIB.

Ante la difícil situación económica se habían reducido los fondos públicos asignados a los Programas de las Políticas de I+D+i en el Proyecto de Presupuestos Generales del Estado para 2012.

18.5. Análisis y críticas a la situación en 2012

Los avances señalados en los documentos oficiales tuvieron muchas respuestas críticas que se van a reseñar para mostrar las deficiencias que destacaron los interesados.

18.6. El Informe 2012 de COTEC



El resultado de una encuesta a expertos «muestra que existen en el país una mala valoración de las condiciones actuales y un claro pesimismo sobre su evolución futura». Se planteaba como conclusión que «hay que tener presentes los resultados de los importantes esfuerzos que se hicieron en la época de bonanza, que consiguieron crear un pequeño sistema de innovación que demuestra todavía ser consistente». (COTEC 2012)

En el [Informe 2012 de COTEC](#) (COTEC 2012) se presenta un diagnóstico cuantitativo. Las tablas que se anexan son sumamente completas y detalladas. Vale la pena mencionar que se dan datos comparativos de España y otros países del mundo

en cifras históricas sobre la economía y la inversión en I+D. Se dan cifras también de los gastos de I+D en España en relación con los gastos de I+D de los principales agentes y por Comunidades Autónomas, también sobre ejecución y financiación de I+D, gastos en I+D por tipo y tamaño de empresa, etc. Esto muestra el importante papel que ha desempeñado COTEC para que se conozcan las características del sistema español de CTI, así como la importancia de las cifras para poder medir el comportamiento del sistema.

COTEC todos los años hace también una encuesta a un panel de expertos (empresarios, representantes de Administraciones Públicas, investigadores y profesores universitarios) para conocer sus opiniones sobre los problemas y las tendencias del sistema español de innovación. El primer problema identificado en el Informe 2012 se refiere a que las empresas no invierten suficientemente en innovación. Los siguientes se refieren al entorno: escasa demanda y dificultad de financiación. El cuarto a la tradicional escasa cultura de colaboración de las empresas. Adicionalmente también se señaló la importancia de la «escasez de financiación pública para el desarrollo de tecnologías

emergentes», la menor incorporación de tecnólogos – con experiencia en proyectos tecnológicos – como en otros países europeos, «el papel insuficiente de las políticas de apoyo a la I+D+i en las actuaciones prioritarias de las Administraciones Públicas», «que las empresas no aprovechan el potencial C y T del sistema público de I+D».

El análisis indica que hubo consecuencias negativas derivadas de la crisis global, que hicieron «necesario poner el acento en la innovación y la I+D como pilares sobre los que deben construirse los sectores de crecimiento económico y de la creación de nuevas empresas y empleo, en los próximos años». «En España, la crisis ha provocado de

nuevo la reducción del gasto total en I+D». Las empresas tuvieron que reducir el ritmo de inversión con la crisis. Algunas mantuvieron su actividad en I+D pero el número de empresas con actividades en I+D se redujo, sobre todo en las pequeñas.

18.7.El 3er Informe sobre la ciencia y la tecnología en España



Larraga (2021) coordinó un importante trabajo crítico: El »[3er Informe sobre la ciencia y la tecnología en España](#)«. Cómo reconstruir el sistema de I+D+i tras la pandemia.

En este informe un grupo de 15 investigadores de gran experiencia ofrecen su análisis del sistema de I+D español

después de la pandemia del Covid-19 para apreciar de qué manera cambió la percepción acerca del papel de la C y T después que se pudo constatar su valor para enfrentarse a la pandemia, pero también las debilidades de la sociedad ante esos eventos inesperados. Parece importante identificar a varios de estos 15 investigadores por conocer su destacada labor en este campo, sin que eso signifique no reconocer la labor de los otros investigadores de esa lista:

[Federico Mayor Zaragoza](#): Entre otros cargos fue cofundador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1975), Ministro de Educación y Ciencia (1981-1982) y director general de la UNESCO (1987-1999).

[Miguel Ángel Quintanilla Fisac](#): Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Salamanca, senador en las Cortes Españolas entre 1982 y 1989. Fue designado en 1986 presidente de la Comisión Congreso-Senado de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico que aprobó la primera Ley de la Ciencia, fue secretario general del Consejo de Universidades (1991-1995) y secretario de Estado de Universidades e Investigación (2006-2008).

[Santiago M. López-García](#): Actual Director del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca (USAL).

[Emilio Muñoz Ruiz](#): científico español especialista en las relaciones de las ciencias y la tecnología con la sociedad, a cuyos trabajos se hace referencia en este estudio. Fue vicepresidente del CSIC (1980-1982), director general de Política Científica (1982-1986), director general de Investigación Científica y Técnica (1986-1987), secretario general del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (1987-1988) y presidente del CSIC (1988-1991).

Según comentan «El Gobierno actual, desde el comienzo de su mandato ha dado un mensaje inequívoco de que el apoyo a la ciencia y la tecnología constituye una de sus prioridades ¿se constituirá la pandemia en un punto de quiebre? » Los autores analizan extensamente la situación real de la ciencia y la innovación y las posibles vías para avanzar un desarrollo sólido y ordenado del sistema para que pueda convertirse en la

base de una economía menos frágil que la actual. El informe analiza la importancia de un sistema de investigación básica sólido y de una tecnología propia, acorde con las necesidades sociales del siglo XXI y una capacidad de innovación imprescindible para sobrevivir como país.

Sus principales conclusiones son tan importantes y completas que se resumirán casi textualmente a continuación:

18.8.Necesidad de una estrategia de futuro.

Los avances mundiales están ligados al dominio de los avances en ciencia y tecnología. Europa necesita mejorar la cooperación entre los países de la UE y no es líder mundial en C y T. España debe «dejar de ser un país de servicios de calidad limitada» (industria de la construcción, turismo y especulación financiera como principales ejes económicos) y tiene los siguientes deberes: Duplicar la financiación para CTI, modificar radicalmente la gestión del sistema de I+D+i, conseguir una relación una relación estructura y fluida de los actores en CTI, fortalecer las estructuras de transferencia, reindustrializar España, generar habilidades digitales en la educación, elegir un área dinámica en la que ser líderes (la biotecnología en la que Europa tiene una posición ventajosa). Son Retos: Big Data, Inteligencia Artificial, hiperconectividad; generación y acceso a las nuevas tecnologías; insuficiente número de patentes (uso de las TIC en salud, agroalimentación, medio ambiente); habilidades digitales en personas y empresas.

18.9.Hay que ponerse en marcha.

España no ha conseguido el encaje de los científicos en el sistema de gestión. El sistema actual no facilita la gestión de conocimiento de los laboratorios básicos a las empresas. Existe una desconfianza mutua, una burocracia impone controles obsoletos que no cumplen su función y dificultan la obtención de resultados de calidad. Se necesitan estructuras preparadas, ágiles y flexibles para enfrentarse a catástrofes (como la pandemia) y obtener los mejores resultados de investigación y transferencia inmediata. Debe resolverse la paradoja europea: alta producción de artículos científicos que no llegan a ser utilizados por las empresas. Es imprescindible un sistema sólido y de alta calidad científica como núcleo de base e institucional que sirva de puente hacia las empresas innovadoras y que estén conectadas con empresas de capital de riesgo. La investigación básica se potenció a partir de la Ley de Ciencia pero no el desarrollo de tecnologías avanzadas. En España la Administración ha tendido de forma sistemática a desconfiar de todo y de todos. Hay que plantear un nuevo modelo de cooperación pública y privada entre Administración, investigación y empresa innovadora.

18.10.La importancia de la educación, la formación y el asesoramiento.

Hay que preparar a los jóvenes para una sociedad diferente. Hay que invertir en nuevo personal cualificado que pueda acceder al sistema. Crear estructuras de prospectiva. Instituciones que puedan aconsejar a los políticos sobre crear un sistema de C y T preparado para desvelar una senda de racionalidad en el desarrollo económico y social de España.

18.11.La necesaria recuperación y expansión del sistema de I+D en España.

En la década anterior la inversión en I+D se redujo al nivel de diez años antes. No se resolvieron con el nuevo ministro los problemas burocráticos (retrasos en la asignación de fondos de investigación) Se usaron fondos supuestamente para I+D empleados en proyectos de digitalización. Importantes organismos de investigación recibieron importantes aumentos en sus presupuestos.

«Un país sin una ciencia y una tecnología punteras jamás será un país de primer orden» (Larraga 2021, 183)

Como consecuencia de ese desgarrador análisis crítico los investigadores que prepararon el 3er.Informe propusieron las siguientes recomendaciones correspondientes a los grandes problemas:

- Modificar el modelo económico superando la dependencia actual del turismo (hostelería, ocio y construcción).
- Desarrollar un sistema de ciencia, tecnología e innovación sólido y de alta calidad, sensible a las nuevas orientaciones científico-tecnológicas, y adaptado a la colaboración entre sus actores.
- Promover un gran esfuerzo para consolidar un sistema de investigación básica de alta calidad con sectores estratégicos competitivos y modificar las estructuras de interfaz entre la investigación y las empresas.
- Afrontar la reindustrialización de España sobre la base de CTI y modificar las estructuras de interfaz entre investigación y empresas.
- Aumentar la inversión en I+D+i, a más del 2,5% PIB, cambiar las burocratizadas estructuras actuales, hacer un plan de choque para el retorno de científicos y para captar investigadores extranjeros de alto nivel.
- Diseñar un sistema de C y T capaz de afrontar emergencias y que establezca áreas estratégicas competitivas, políticamente aceptadas y que permitan incorporar científicos jóvenes.
- Modificar las estructuras y los sistemas de gestión actuales para responder a los retos.

Los autores consideran finalmente que «Las estructuras actuales de investigación son débiles y falta adaptación y diversidad de la economía española. Sin un sistema de CTI sólido y de alta calidad no se pueden enfrentar los grandes retos (Cambio climático, digitalización, epidemiología) ». (Larraga 2021)

18.12. Otras opiniones

Otros importantes autores, como Guimón (2021), han opinado también críticamente sobre los planteamientos de la Estrategia EECTI 2013-2020. Él razona, refiriéndose al planteamiento de Dosi sobre la paradoja existente entre la producción de publicaciones científicas y la limitada capacidad para la transformación de ese conocimiento en innovaciones, que puede interpretarse como un legado de las políticas inspiradas en el modelo lineal de innovación y que progresivamente las políticas españolas de innovación han tratado de incidir sobre este enfoque creando nuevas instituciones e instrumentos financieros. Así en la Estrategia Española de CTI 2013-2020 la transferencia de conocimiento se estableció como uno de los ejes prioritarios de actuación. Otras iniciativas en esa dirección fueron los programas de compras públicas innovadoras ([Innocompra](#) – Línea de Fomento de Innovación desde la Demanda, e [Innodemanda](#)). También la puesta en marcha de programas orientados a la resolución de grandes retos sociales o misiones. Un ejemplo es el [Plan de Choque para la Ciencia y la Innovación](#) (Gobierno de España 2020) para crear centros de excelencia en ámbitos estratégicos: almacenamiento energético, investigación oceanográfica en economía azul, terapias avanzadas.

La [EECTI 2013-2020](#) planteó la necesidad de «atender y solucionar las necesidades prioritarias de nuestro entorno». Se planteó como necesidad alinear las actuaciones con los ODS, estableciendo como ámbitos prioritarios la salud, la resiliencia y las transiciones ecológica y digital. Para mitigar la baja colaboración público-privada y la baja transferencia de conocimiento generado al sector productivo y a la sociedad, así

como de los inventores con instituciones y empresas se plantea como objetivo prioritario «favorecer la transferencia de conocimiento, fortalecer y desarrollar vínculos bidireccionales entre ciencia y empresas a través de una comprensión mutua de necesidades y objetivos».

Guimón (2021) señala que se debe innovar en el sistema de gobernanza pues, aunque España cuenta con una estrategia de innovación bien orientada y las políticas planteadas son razonables y atacan problemas principales, el gobierno debería poner la máxima atención en la implementación y la evaluación, reduciendo la burocracia y las rigideces administrativas, facilitando la coordinación horizontal y vertical y la colaboración con el sector privado.

También considera necesario consolidar una política de Estado para garantizar un crecimiento sostenido a largo plazo de la inversión pública en I+D y para dotar de mayor estabilidad y coherencia a las estrategias e instrumentos políticos.

Guimón (2021) reconoce que las políticas españolas han evolucionado desde el modelo lineal y los fallos del mercado hacia una perspectiva más sistémica centrada en la interacción de las empresas con las universidades y organismos públicos de investigación y más recientemente hacia una intervención política basada en la selección de prioridades estratégicas y misiones asociadas a grandes retos sociales, pero destaca que «Son muchas las ineficiencias y fallos de gobierno a resolver, haciendo necesario un renovado consenso y compromiso político que permita desligar las políticas de ciencia e innovación de los intereses políticos cortoplacistas».

Otro experto, Buesa (2017) aporta otra serie de críticas que hay que tomar en cuenta, en este caso en relación con las dificultades para que las empresas españolas contribuyan decisivamente con la innovación. Según Buesa (2017) «Durante la primera década del siglo XXI el SECTI en España ha alcanzado una madurez, dimensión y complejidad claramente superior a la alcanzada en los dos últimos decenios precedentes». El número de agentes públicos y privados ha crecido mucho, así como los recursos empleados en actividades de investigación e innovación, alcanzando una dimensión relativa próxima al promedio europeo, pero no así en el caso de las empresas innovadoras. «El SIN (Sistema de Innovación Nacional) español adolece todavía de una importante debilidad en este segmento empresarial». A pesar de los resultados favorables de las políticas tecnológicas existen también fallas de diseño que limitan su impacto. Los incentivos fiscales se muestran ineficaces para una parte de las empresas innovadoras. El diseño de las políticas de cooperación en I+D no tomó en cuenta la relación de las empresas innovadoras con sus proveedores y clientes. Las políticas tecnológicas de los últimos años tienen un balance positivo pero que debe mejorarse para explotar toda su potencialidad.

«El sector empresarial innovador es en España débil», no se ha logrado consolidar que los sectores de alta tecnología amplíen la generación de valor añadido. Aunque las empresas han ampliado los recursos a la creación de conocimientos y mejorado en términos de patentes o participación de las innovaciones, los resultados son aún muy inferiores a los de los indicadores europeos. «España aún tiene un importante nivel de dependencia tecnológica del exterior, el centro de sus prioridades aparece anclado en la financiación de las instituciones científicas, sin atender suficientemente a las empresas». Por lo que veremos más adelante parece que estas recomendaciones fueron recogidas en la nueva estrategia y los nuevos planes. Habrá que ver si los resultados cambiaron para mejorar las condiciones que se criticaron, especialmente el aumento de la inversión en I+D+i y sobre todo la contribución de las empresas a la innovación. [🔗](#)

Capítulo 19. Nuevas estrategias, Nuevos Planes y Nueva Ley de la Ciencia 2022

19. EECTI. Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020

Esta estrategia comienza reconociendo que:



El país está atravesando uno de los momentos de mayores dificultades económicas cuyos efectos afectan también al Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, cuya financiación desde 2010 -y tras décadas de crecimiento sostenido-, viene registrando un progresivo descenso tanto en los niveles de inversión pública como empresarial. (EECTI 2013-2020)

Reconoce la creciente competencia internacional en materia de talento y conocimiento y que el Sistema nacional tiene debilidades como menor innovación y una de las tasas más bajas de participación empresarial de I+D+i, por lo que se requería:

Definir un marco estratégico para las políticas de I+D+i que impulse las reformas estructurales, defina los incentivos y determine los objetivos y esfuerzos que se precisan para crear las capacidades de I+D+i que conviertan a España en un país innovador, contribuyan al progreso social y económico del país y refuercen nuestro liderazgo internacional en un escenario global. (EECTI 2013-2020)

Para definir la estrategia EECTI 2013-2020 se realizó un análisis DAFO del SECTI (EECTI 2021-2027, pag. 20-21), que mostró que:

La **ESTRATEGIA** requiere de medidas e instrumentos destinados a mejorar la eficiencia de los recursos a invertir y de sus resultados, potenciando la participación del sector empresarial en la financiación de las actividades de I+D+i y haciendo de la generación y el uso del conocimiento científico y técnico y de la innovación las palancas del futuro desarrollo social y económico del país. (EECTI 2021-2027, pag. 15)

Reconociendo «el impacto de la crisis económica y financiera» del 2008, «las elevadas tasas de desempleo» y «la progresiva erosión de la competitividad de la economía española» se plantea la urgencia de «promover la generación de conocimientos científico-técnicos, su aplicación y difusión al conjunto del tejido productivo y de la sociedad, así como a favorecer la generación y la adopción de innovaciones claves para la modernización del país en su conjunto». Se plantea:

Alinear las políticas españolas con los objetivos perseguidos por la Unión Europea en materia de I+D+i, definidos en el nuevo programa marco para la financiación de las actividades de I+D+i «Horizonte 2020». Aunque reconoce que en la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación del 2011 se estableció que se definirían una Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y otra Estrategia Española de Innovación, como documentos independientes, se acordó integrar conceptual y funcionalmente las dos Estrategias «entendiendo las actividades de I+D+i como un proceso continuo, complejo y con múltiples interacciones entre los agentes». (EECTI 2013-2020)

El propósito general de la [ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DE INNOVACIÓN \(EECTI 2013-2020\)](#) es promover el liderazgo científico, tecnológico y empresarial del conjunto del país e incrementar las capacidades de innovación de la sociedad y la economía españolas, mejorar las capacidades formativas en I+D+i e impulsar la inserción laboral así como la movilidad temporal del personal científico y tecnológico; promover la generación de conocimiento, el liderazgo científico del país y sus instituciones; aumentar la competitividad del tejido productivo y fomentar actividades de I+D+i orientadas a los retos globales de la sociedad española. Reconociendo la naturaleza y complejidad de estos retos se propone combinar la generación de nuevos conocimientos con su aplicación a tecnologías, productos y servicios que contribuyan al liderazgo científico, tecnológico y empresarial del país. La EECTI 2013-2020 será el marco conceptual para el diseño de las políticas de I+D+i que se definirán en los planes.

La evolución del [Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación \(SECTI\)](#), de acuerdo a un documento publicado por el FECYT indicaba que en las últimas décadas hubo un crecimiento de la producción científica y una mejora de la calidad e impacto internacional; un crecimiento en la inversión en actividades y en los recursos humanos de I+D+i con una apertura internacional del Sistema y la creación de centros de investigación y desarrollo tecnológico así como la consolidación de nuevos espacios para la innovación, especialmente en torno a Parques científico-tecnológicos, Plataformas y Alianzas para la ciencia y la innovación, en lo que se destacó el despliegue del [Mapa de los ICTS](#).

A pesar de todos estos avances la EECTI reconocía que el gasto empresarial en I+D seguía siendo menor que en los países del entorno, persistiendo la baja capacidad innovadora del país, a pesar de que se había establecido un marco fiscal favorable y nuevos instrumentos para la colaboración público-privada, lo cual mostraba un contraste con las capacidades científicas desarrolladas.

También se apreciaba que aunque había aumentado el porcentaje de investigadores en relación con la población ocupada, el número de investigadores incorporados en las empresas seguía siendo insuficiente para potenciar el desarrollo tecnológico y la innovación y seguía habiendo importantes disparidades regionales.

El número de empresas innovadoras tecnológicamente, que había llegado en 2006 a 49.415 había disminuido rápidamente y en 2011 solamente se contaron 27.203. El descenso se debió sobre todo a las PYMES, que pasaron de 47.407 a 25.461. El número de grandes empresas innovadoras también disminuyó, de 1.990 en 2006 a 1741 en 2011. Aunque la crisis financiera mundial fue en gran parte responsable de esa crisis la disminución de empresas innovadoras había comenzado ya antes del 2008.

Es destacable que la EECTI reconocía que las empresas no contribuían adecuadamente al desarrollo tecnológico y la innovación y que «la inversión empresarial en I+D+i es una variable determinante, una herramienta estratégica para el mejor posicionamiento competitivo de las empresas españolas en el mercado internacional». «De ahí que se establezca como objetivo el incremento en la participación de las empresas y en particular de las PYMES, en la ejecución y financiación de actividades de I+D+i y de la innovación».

Se establecía entonces que las Administraciones Públicas favorecieran la colaboración público-privada, facilitaran el desarrollo de un entorno financiero atractivo para las empresas y se creara un entorno normativo favorable al crecimiento de las empresas, la cooperación inter-empresarial y el desarrollo de la capacidad de la Administración para actuar como motor de la innovación empresarial a través de objetivos de compra pública innovadora, apoyando también la difusión internacional de la tecnología española.

Entre otros objetivos y actividades la EECTI 2013-2020 proponía el fomento y promoción de la I+D+i en ámbitos estratégicos para el tejido industrial y la competitividad de España en sectores «como son la salud, la energía, el sector agroalimentario y su industria, el aeroespacial, el turismo, el transporte, la industria de bienes y servicios culturales, el sector químico y farmacéutico o las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones».

También se le daba gran atención e importancia a la orientación de la investigación científica y técnica, el desarrollo tecnológico y la innovación hacia los grandes retos de la sociedad española y en relación con los 8 grandes retos universales:

- 1.Salud, cambio demográfico y bienestar
- 2.Seguridad y calidad alimentaria; actividad agraria productiva y sostenible; sostenibilidad de recursos naturales, investigación marina y marítima
- 3.Energía segura, sostenible y limpia
- 4.Transporte inteligente, sostenible e integrado
- 5.Acción sobre cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas
- 6.Cambios e innovaciones sociales
- 7.Economía y sociedad digital
- 8.Seguridad, protección y defensa

Se planteaba que estos retos «implican a su vez importantes mercados para el desarrollo de nuevos productos y servicios» y que «Por su propia naturaleza, estos **RETOS** abarcan grandes ámbitos fundamentales que determinan espacios únicos para la colaboración multidisciplinar e intersectorial de los distintos agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación».

Debe comentarse de nuevo que en 2012, la estrategia consideró que las empresas no contribuían adecuadamente al desarrollo tecnológico y la innovación, por lo que se propusieron nuevas medidas para lograrlo.

19.1.El Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (PEICTI) 2013-2016

19.2.El PEICTI 2013-2016 estaba perfectamente alineado con las actuaciones definidas en la EECTI 2013-2020, que indicaban la necesidad de adoptar medidas y aprobar reformas regulatorias, normativas, administrativas y de financiación, necesarias para que la innovación, la generación y uso del conocimiento fueran palancas del desarrollo social y económico del país. El Plan Estatal estaba dirigido a todos los agentes del SECTI, con carácter estratégico y establecía que la asignación de fondos públicos se otorgaría por procedimientos de concurrencia competitiva. El Plan Estatal estaría sintonizado con el futuro Marco de Actuación de la UE «Horizonte 2020» en materia de I+D+i-

El Plan Estatal definía cuatro Programas, desplegados en Sub-programas agrupando varias modalidades de participación e instrumentos de financiación.

El Plan definía 11 objetivos específicos, que atendían entre otros aspectos a potenciar la formación y ocupación de recursos humanos para I+D+i, la calidad de investigación, la capacidad internacional, el liderazgo empresarial, la financiación de I+D+i, la colaboración público-privada, la orientación hacia las redes de la sociedad, el incremento de la cultura de ciencia, tecnología e innovación de la sociedad española y que las políticas de I+D+i estuvieran basadas en la demanda. El Plan se proponía lograr una importante mejora en los indicadores de resultados, medidos en el año 2010 en relación con esos objetivos.

En los subprogramas se detallaban bastante los temas de interés y se establecían prioridades temáticas. En el Plan Estatal se establecían también Acciones Estratégicas en el área de la Salud y en Economía y Sociedad Digital.

En cuanto al marco Financiero y Presupuestario se consideraba imprescindible impulsar la inversión en I+D+i. Se planteaba en una tabla la evolución prevista año por año de un grupo de indicadores básicos, el primero la cifra más utilizada, como es el porcentaje de gastos en relación con el PIB, que debería pasar de 1,33% en 2013 a 1,48% en 2016. Se pretendía que hubiera también un crecimiento importante de la financiación correspondiente al sector privado para que se aproximase a la media de la Unión Europea. Los recursos del Estado destinados a la política de investigación se fijarían anualmente en los Presupuestos Generales, así como su distribución en los diferentes programas.

En el marco de la Gobernanza se fijaron los principios de gestión y buen gobierno y las estructuras organizativas y de gestión. Se indicaban los diferentes Departamentos ministeriales que junto con el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad – organismo central encargado de la política en I+D+i – gestionarían la mayoría de los presupuestos para las políticas de I+D+i. También se establecían cuáles eran las Direcciones Generales encargadas de la gestión de cada programa y sub-programa, Para la gestión del Plan Estatal se encargarían dos Agentes principales: la Agencia Estatal para la Investigación (AEI), institución que se crearía próximamente, dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad y el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), dependiente también del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. La AEI estaría orientada hacia la investigación científica y tecnológica y el CDTI al fomento de la innovación.

El Plan Estatal le daba mucha importancia al Sistema de Información sobre CTI, porque éste sería el que produciría y difundiría la información sobre las actividades financiadas como consecuencia del Plan Estatal, para que a través del correspondiente Programa de Actuación Anual se evaluara la evolución, cuantificación de los indicadores e impacto de los resultados para cada instrumento utilizado.

19.3.La Agencia Estatal para la Investigación (AEI)



La AEI se creó el 27 de noviembre del año 2015 considerando que aunque el SECTI ya era un sistema consolidado se requería un nuevo modelo de financiación y gestión de los fondos públicos para las actividades de I+D+i, para mejorar los niveles de eficiencia y que pudiera responder a la heterogeneidad y complejidad de los agentes de ejecución, de los objetivos perseguidos, de los retos asociados a la internacionalización de la investigación científica y la innovación, la creciente competencia en la generación de conocimientos y sus aplicaciones.

Siguiendo las prácticas de países líderes en investigación e innovación, se consideró conveniente la creación de una agencia para gestionar la financiación pública competitiva. Esta agencia debería ser autónoma y que garantizase la rendición de cuentas y facilitara una reducción de las cargas administrativas, mejor planificación, reducción de la incertidumbre y estabilidad. La Agencia se encargaría de la financiación de las actividades de investigación científica y técnica y se coordinaría con el CDTI. Para facilitar la efectividad y la simplicidad de los procesos se suprimirían las Subdirecciones y secretarías que tenían relación con asuntos financieros, de manera que la AEI reuniese todas las funciones y competencias. Además de la financiación también serían objeto propio de la AEI la evaluación, gestión y seguimiento de la actividad científica y técnica destinada a la generación, intercambio y explotación del

conocimiento. Sus funciones incluirían la gestión de las actuaciones de I+D financiadas con fondos europeos y la participación en programas internacionales. Actualmente la AEI sigue existiendo y cumpliendo los objetivos que se plantearon inicialmente.

19.4.El Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (PEICTI) 2017-2020

El diseño y puesta en funcionamiento de este Plan Estatal comenzó durante el Gobierno de Mariano Rajoy, del Partido Popular, en el Ministerio de Economía, Industria y



Competitividad, gobierno que concluyó en junio de 2018 con la ascensión de Pedro Sánchez del PSOE. En este nuevo Gobierno se creó el Ministerio de Ciencia e Innovación, que pasó a ocuparse de todo lo relacionado con Ciencia, Tecnología e Innovación.

Este Plan Estatal, así como el anterior PEICTI 2013-2016 fue el instrumento fundamental para el desarrollo y consecución de los objetivos de la Estrategia EECTI2020 «e incluye únicamente las ayudas estatales destinadas a la I+D+i», tiene carácter transversal por lo que se requiere una estrecha colaboración con las estrategias sectoriales de los distintos departamentos ministeriales.

El Plan mantiene los mismos cuatro Programas Estatales

correspondientes a los objetivos establecidos en la EECTI 2020 y las mismas Acciones Estratégicas, más una nueva: «Acción Estratégica Industria Conectada 4.0», aunque hay algunas modificaciones en su denominación y en la asignación de los subprogramas y las Acciones Estratégicas. Ahora el Programa que antes se denominaba «Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia», se denomina «Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i».

Los objetivos específicos mantienen una estrecha relación con los establecidos en el Plan Estatal anterior 2013-2016, siendo revisados y adaptados a las prioridades del SECTI, incluyendo algunas novedades relacionadas con la nueva Acción Estratégica, como por ejemplo, para la financiación de proyectos de «Pruebas de concepto en tecnologías e innovaciones disruptivas». Se planteó como objetivo central lograr que la inversión total en I+D alcanzase en 2020 el 2,0% PIB, lo cual incluiría la financiación del sector público, del privado y de otras fuentes nacionales e internacionales. Vale la pena destacar de una vez que hay que tomar en cuenta que si bien el Plan Estatal 2013-2016 se planteaba como objetivo llegar a un gasto total de 1,48% del PIB, en realidad, solo alcanzó a ser 1,32% PIB en 2016.

En este Plan Estatal se establecía un modelo organizativo en tres niveles: 1) Dirección, 2) Coordinación, y 3) Seguimiento. Este tercer nivel debería informar todo lo que impida la correcta ejecución y presentar los indicadores de gestión, seguimiento y resultados, contribuyendo para ello al desarrollo del Sistema de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI).

El Plan Estatal anterior y éste tuvieron una orientación europea tanto en su estructura como en la alineación de objetivos y el uso de las ayudas posibles en el Programa «Horizonte 2020» de la Unión Europea.

En el diagnóstico del estado del SECTI se plantean, entre otros, los siguientes aspectos: La Inversión en I+D+i: sigue siendo inferior a la media europea, 1,19% PIB España versus 2,03% PIB Europa y de la I+D empresarial 0,64% PIB España vs. 1,32% PIB Europa. El desarrollo de fuentes de financiación alternativas, como capital riesgo, fue escaso, así como el número de empresas innovadoras, el reducido tamaño de las

empresas, la baja capacidad de absorción de conocimientos y tecnología, especialmente en las PYMES y en la colaboración efectiva con universidades y centros de investigación. Se ve de nuevo que estos importantes aspectos planteados a lo largo de todo el desarrollo de las capacidades españolas en CTI, seguían atrasados, a pesar de que siempre se reconocía su importancia y se proponían acciones para superar esas deficiencias.

En relación con las condiciones del Personal de I+D+i, sobre la Incorporación, formación y movilidad de investigadores se establecía que el acceso de investigadores al SECTI estuvo sujeto a fuertes restricciones y existían barreras a la movilidad de investigadores entre el sector público y el empresarial, limitando nuevas formas de colaboración público-privadas y el emprendimiento innovador en el sector público. El número de investigadores y personal altamente cualificados en las empresas siguió siendo bajo.

La búsqueda de mayores sinergias en materia de financiación ha sido siempre uno de los retos de las políticas de investigación e innovación en España. El Plan Estatal 2016-2020 incluyó, entre sus objetivos, medidas para incentivar la cooperación público-privada en I+D+i, fomentar la investigación y la innovación en el sector público y empresarial e Impulsar la cooperación entre administraciones en materia de I+D+i. Se intentaba acercarse a los valores promedio de la Unión Europea. Finalmente el Plan propone una tabla con los indicadores objetivo para 2020 (PEICTI 2017-2020: 93 a 95)



19.5.El Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (PEICTI) 2021-2023

Este Plan Estatal considera que «presenta otras novedades de gran calado, vinculadas al necesario impulso a la transferencia de conocimiento y a la búsqueda de sinergias con las Comunidades autónomas en la fijación de prioridades y en la ejecución de proyectos». Se le da importancia, entre otras cosas al fortalecimiento de una carrera profesional estructurada y estable, basada en criterios de mérito y excelencia científica. Es así que uno

de los objetivos planteados consiste en «Fomentar el relevo generacional impulsando la atracción de talento mediante el desarrollo de una carrera científica», para lo cual se creará un nuevo contrato de incorporación al sistema público de investigación que mejore sustancialmente el actual.

Se mantienen las líneas estratégicas definidas en la EECTI 2021-2027, tales como la sanidad, la transición ecológica y la digitalización. El PEICTI 2021-2023 se plantea «catalizar la innovación y el liderazgo empresarial» con énfasis en las PYMES y fomentar «un entorno innovador que permita dar respuesta a los grandes desafíos de la sociedad, facilitando la adquisición de nuevas capacidades, el liderazgo, la cooperación público-privada y la colaboración internacional así como la participación de la sociedad civil.

Desde el I Plan Nacional de I+D en 1998 se han ido introduciendo progresivamente cambios en las políticas a medida que evolucionaba el SECTI y las demandas de sus agentes. En el Plan anterior y en éste se tiene una visión integrada de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. Se supera el modelo lineal en el que I+D+i se concebían como etapas secuenciales. Ahora se establece también una visión de investigación e innovación abiertas, que fomenta la cooperación público-privada. Este Plan Estatal 2013-2020 mantiene los Programas y Acciones Estratégicas planteados en el Plan anterior. Se siguen las recomendaciones internacionales

(Programa Marco de la UE-Horizonte Europa, de UNESCO y de la ONU) y este Plan Estatal se compromete para que la ciencia sea accesible a todas las personas. Se adopta el modelo de Ciencia Abierta. Se reconoce que la Ciencia es un derecho fundamental, necesario para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Se incluye también la necesidad de promover una cultura organizativa de conciliación y equilibrio de género.

Siguiendo lo propuesto en Horizonte Europa se implementarán cinco Misiones de Investigación e Innovación para relacionar mejor las de la UE con las necesidades de la sociedad y la ciudadanía mediante acciones multidisciplinares y la gobernanza de la Junta de Misiones, en torno a cinco prioridades: 1) cáncer, 2) adaptación al cambio climático, 3) ciudades inteligentes y climáticamente neutras, 4) salud de océanos, mares y aguas costeras y continentales, y 5) salud del suelo y alimentos.

Por todo lo anterior se plantea como objetivo avanzar en la integración del SECTI en el Espacio Europeo de Investigación financiando diferentes tipos de iniciativas.

Finalizada la Pandemia del COVID-19 la EECTI 2021-2027 se plantea ser «una apuesta decidida por consolidar y potenciar la ciencia y la innovación como herramientas esenciales para la reconstrucción de nuestro país (España)». Actividades que estarían recogidas en el «Plan de Choque para la Ciencia y la Innovación» del Gobierno de España y en el «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española (PRTR)».

19.6.El Plan de Choque para la Ciencia y la Innovación

Fue presentado por el Gobierno de España en Julio de 2020. Concentra 17 medidas de impacto para la recuperación del SECTI, en torno a tres ejes:

- I+D+i en Salud (investigación biosanitaria y salud)
- Transformación del SECTI y atracción de talento
- Impulso a la I+D+i empresarial e industria de la ciencia

Algunas de las medidas incluidas en este Plan de Choque son:

Refuerzo de capacidades humanas y formación de talento mejorando el sistema de contratación estable del personal científico y tecnológico.

Impulso sostenido de la investigación y de los organismos Públicos de Investigación (OPIs).

Nuevos instrumentos de innovación.

Nuevos centros de investigación en ámbitos estratégicos.

La EECTI 2021-2027 y los planes PEICTI que la desarrollan se configuran como Estrategia de Especialización Inteligente.

Los 4 Programas son:

Programa Estatal para afrontar las prioridades de nuestro entorno:

Se establece un subprograma de internacionalización para impulsar la de los agentes del SECTI y la cooperación internacional. Otro para establecer sinergias territoriales entre las CCAA y la AGE. Un tercer Subprograma de seis Acciones Estratégicas.

Programa Estatal para impulsar la investigación científico-técnica y su transferencia

Para la generación de conocimientos se financiarán proyectos de investigación no orientada, motivados por la curiosidad científico-técnica y proyectos de investigación orientada a la resolución de problemas vinculados a los grandes desafíos de la sociedad.

Programa Estatal para desarrollar, atraer y retener talento.

Se orienta a la formación y desarrollo de competencias de las nuevas generaciones y se invertirá en la formación predoctoral y posdoctoral, la incorporación en centros de I+D+i y en empresas, y en la movilidad del personal investigador, tecnólogo y técnico.

Programa Estatal para catalizar la innovación y el liderazgo empresarial.

Se busca incrementar el compromiso de las empresas en particular de las PYMES con la I+D+i en las líneas estratégicas del PEICTI. Entre las medidas que se establecerán está la compra pública pre-comercial y la innovación así como capital riesgo. Entre otros aspectos se prevé la creación de un programa específico para favorecer los ecosistemas de innovación basados en las Misiones.

Algunos de los aspectos detallados en las Acciones Estratégicas, destacan por la novedad y visión de futuro: medicina de precisión y todo lo relacionado con la transformación digital, inteligencia artificial, vehículo eléctrico, la economía circular, energías renovables, hidrógeno renovable, almacenamiento energético, movilidad, transición ecológica y otras.

19.7. La Ley de la Ciencia 2022

Considerando que ya había pasado mucho tiempo desde que en 2011 fue aprobada la última Ley de la Ciencia y qué en este tiempo se habían producido cambios importantes, el 5 de septiembre de 2022 se aprobó la Ley 17/2022 de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Su objetivo a corto plazo es «hacer frente a la recuperación económica y social del país a través de la Ciencia y la Innovación», en el marco del [Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia](#) y situando la ciencia, la tecnología y la innovación como ejes claves en la consecución de los [ODS](#).

En primer lugar se busca mejorar la carrera y desarrollo profesional del personal investigador. Se mencionaba que se estimaba que entre 2011 y 2016 se habían perdido más de 5.000 puestos de investigadores, que se habían ido de España. Se citaba también la existencia de un envejecimiento del personal investigador y las discontinuidades y retrasos en la entrada al SECTI para los jóvenes. En segundo lugar se trata lo relativo a la transferencia de conocimiento y que para promover la transferencia tecnológica se fomentará la compra pública innovadora. Se plantea que es prioritario vincular la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

Esta Ley vuelve a unir la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y la Estrategia Española de Innovación, al igual que los planes. Promueve la simplificación de procedimientos administrativos de acreditación y evaluación y valora el modelo de ciencia abierta. Impulsa la cultura científica e innovadora a través de la educación, la formación y la divulgación para toda la sociedad.

Según plantea Hugo Ferrón (2023) de Inova en el artículo «Nueva Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022: hablan los expertos», en entrevistas realizadas a diferentes expertos puede verse que aunque aprecian muchos de los planteamientos que tiene esta Ley y los consideran indispensables, la mayoría se muestra desconfiada en que se produzcan los resultados planteados. El punto que más señalan como positivo es la mejora de las condiciones laborales, que antes tenía repercusiones negativas sobre la calidad de los resultados. En relación con el aumento de la inversión en I+D+i se duda que se realice, sobre la base de lo ocurrido históricamente. Consideraron necesario que se apruebe un compromiso político entre los diferentes partidos, para que la inversión se mantenga al margen de las coyunturas económicas y de los cambios de gobierno. Se reconocía que faltaba personal, sobre todo técnicos y personal profesional para la gestión de la innovación. Para todos, el problema central está en el financiamiento. Siempre tienen dudas acerca de la ejecución de lo que se plantea.

Un investigador planteó que para que las empresas participen se necesita mayor orientación de la investigación a las necesidades económicas y sociales del país, para lograr que las empresas se impliquen.

19.8.Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad en España 2023

Como puede verse en la propuesta de indicadores para calcular el índice Global de



Innovación (GII), que hemos tomado como referencia para el análisis de la situación en España en diferentes épocas, hay una categoría que busca conocer el nivel de cada país en la producción artística. Eso responde al papel y la relación que tiene la creatividad tanto en las áreas de la ciencia y la tecnología como en la del arte. España con tanta creación en la literatura y la pintura se ha preocupado de analizar este campo desde hace muchos años. Un primer Libro Blanco sobre las relaciones ACTS lo produjo el FECYT en 2006. En 2023 el FECYT presentó un Libro Blanco actualizando la interrelación entre Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad. Es una parte del Plan Estratégico de esta Fundación. Su objetivo es «enmarcar, promover, visibilizar y colaborar en

el desarrollo en este ámbito». Se pretende alinearse con las estrategias Cluster2 y La Nueva Bauhaus de la Comisión Europea, con la finalidad de impulsar la cultura, la creatividad y la inclusión social, derribando fronteras entre Arte, Ciencia y Tecnología. En España, desde hace décadas se había ido intensificando y diversificando las interrelaciones entre estos campos, porque cada día hay una mayor necesidad de solucionar problemas complejos de carácter global, nuevos avances tecnológicos, nuevos retos y desafíos que requieren soluciones interdisciplinarias creativas.

Por otra parte la ciencia y la tecnología han desarrollado herramientas prácticas para la creación artística, con lo que se facilita una mayor colaboración entre artistas, personal científico y especialistas en tecnología.

Las industrias culturales contribuyen al desarrollo de la creatividad y la innovación. FECYT (2006) fue el primer Libro Blanco publicado sobre este tema, que fue preparado por un equipo de investigadores en este campo, al cual se fueron sumando otros investigadores.

En el actual Libro Blanco (FECYT 2023) se identifica el estado actual de las interrelaciones entre ACTS, basándose en estudios de caso. Se analizan desafíos y oportunidades y se establecen recomendaciones y políticas, promoviendo proyectos y programas para explorar las posibilidades de interrelación entre ACTS.

Como conclusión se plantea que hay una comunidad transversal con lenguajes, tradiciones y experiencias muy diferentes pero con objetivos comunes en relación con las interrelaciones entre ACTS. Hay una necesidad de crear puentes entre agentes, proyectos y personas para avanzar en la articulación de los agentes.

Como consecuencia se recomienda que se fomente la colaboración entre profesionales del Arte, la Ciencia y la Tecnología y se establezcan espacios comunes de trabajo y cocreación, para facilitar los intercambios de conocimiento y habilidades. Para eso hay también que asegurar una comunicación eficaz, ética y profesional. Se propone fomentar la investigación en las áreas de intersección de ACTS e incentivar la creación de programas de residencia para científicos y artistas, en donde se forme el personal y se investigue, se presenten resultados impulsando la creación de espacios y programas de exhibición y difusión. La tecnología puede servir hoy día a los propósitos de la creación contemporánea.

En este Libro Blanco se presentan estudios de casos de proyectos y organizaciones que han trabajado en el cruce entre tecnologías y arte, algunas de las cuales comenzaron a principios del siglo XXI. Los estudios de casos se organizaron por las siguientes categorías: Espacios independientes, Laboratorios y programas, Industrias, Museos y

Centros culturales, Archivos y presentación, Diseño y arquitectura. Ante la heterogeneidad de actores, se buscó primero crear un marco conceptual de análisis, para clasificar después los casos de estudio. En ellos se buscó identificar las aportaciones de las prácticas transversales entre ACT que se estaban llevando a cabo, los desafíos y oportunidades que presentaban y las lecciones aprendidas. Con esa información se preparó un diagnóstico de la situación actual y con entrevistas y sesiones de trabajo en grupo se obtuvieron opiniones y conocimientos. Con todo el trabajo realizado se identificaron recomendaciones y políticas para fomentar la colaboración y el intercambio entre diferentes disciplinas. [△](#)

Capítulo 20. Una revisión histórica de los principales índices

La EECTI 2021-2027 en el Anexo I (Análisis del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación y de su Entorno) presenta un análisis detallado de los aspectos más relevantes del SECTI cuyo estudio sirvió de base para la elaboración de esa estrategia. A continuación se van a presentar algunos indicadores importantes tomados de los datos que se incluyen en ese documento.

20. La situación económica y financiera

La financiación estatal de la I+D+i se realiza a través de la «Política de Gasto 46» de los Presupuestos Generales del Estado. En el Gráfico 12 se presentan las cifras en el periodo 2001-2018.

Gráfico 12. Evolución de los gastos del Gobierno en I+D+i

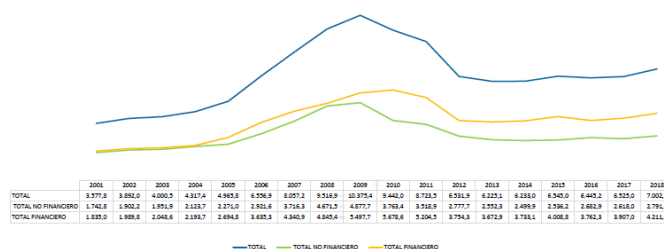


Gráfico 1. Evolución de los créditos totales de la Función 46 de los Presupuestos Generales del Estado (millones €)
Fuente: Ministerio de Hacienda

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.A

Puede verse como el Gasto en I+D+i fue creciendo, primero lentamente entre 2001 y 2005, aumentando después rápidamente desde 2006 hasta 2009¹⁴², a partir del cual fue cayendo. Este descenso duró hasta 2012 cuando se fue estabilizando para comenzar un pequeño repunte en 2019. Para recordar veamos cuales fueron los períodos presidenciales durante estos años: Aznar (1996-2004), Rodríguez Zapatero (2004-2011), Rajoy (2011-2018), Sánchez (2018...).

En el Gráfico 13. se muestra la inversión en I+D (M€), pero esta cifra no incluye la inversión en innovación.

Gráfico 13.. Evolución de la inversión española en I+D (M€)

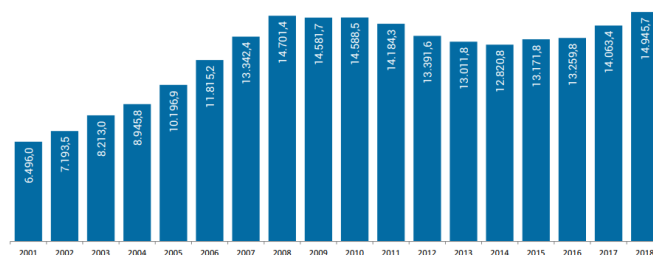


Gráfico 2. Inversión interna en I+D (M€)
Fuente: Estadística I+D. INE

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.A

En el Gráfico 14. se presentan esas cifras respecto al porcentaje que representan sobre el PIB nacional, que es la cifra más frecuentemente utilizada a nivel internacional. En ambos gráficos se ve la misma variación histórica que en el Gráfico 12. El porcentaje sobre el PIB más alto fue alcanzado en el año 2010, 1,4%PIB.

¹⁴² curiosamente a los 20 años de la Ley de la Ciencia de 1986, quizás los comentarios que se han trasmitido antes pudieron ser escuchados e implementados

Gráfico 14. Evolución de la inversión española en I+D respecto al PIB

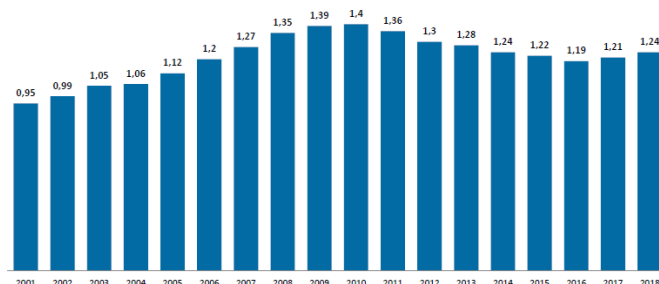


Gráfico 3. Inversión interna en I+D respecto al PIB (%)
Fuente: Estadística I+D. INE

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.A

Cuando buscamos como creció esta cifra después de 2012 cuando llegó al 1,24% PIB, las estadísticas más recientes publicadas en COTEC señalan que en 2020 se llegó ya al 1,41% PIB y en 2021 al 1,43% PIB, atribuyéndolo a que en este año la inversión en I+D fue excepcional por estar estrechamente vinculada a los fondos europeos [Next Generation EU](#) que empezaron a asignarse precisamente en 2021¹⁴³.

En el Gráfico 15. se presenta, en valores absolutos, la evolución de la inversión en I+D según el origen de los fondos, En este Gráfico se puede observar que aunque la inversión de las empresas iba creciendo más o menos al mismo ritmo que la inversión estatal entre 2001 y 2007, la crisis del 2008 hizo que descendiera más rápidamente. A partir de 2014 volvió a crecer mucho más rápidamente, llegando a superar a la inversión pública en un 18% en 2018. En cuanto al papel de la inversión extranjera se ve que es un porcentaje importante respecto a la inversión estatal, el 19% en 2018. Durante la crisis desde el 2007 al 2011 también tuvo un descenso, pero siguió creciendo.

Vale la pena comentar que según estas cifras el monto de la inversión de las empresas en I+D es mayor que el de las Administraciones, pero en todos los análisis revisados se indica que uno de los principales problemas del desarrollo CTI de España está en la baja capacidad de innovación de las empresas españolas.

¹⁴³ [https://cotec.es/observacion/evolucion-de-la-i-d/6a8f4654-459b-c0ab-1385-ec0070e2e939#:~:text=La%20inversi%C3%B3n%20espa%C3%B1ola%20en%20I,Nacional%20de%20Estad%C3%ADstica%20\(INE\).](https://cotec.es/observacion/evolucion-de-la-i-d/6a8f4654-459b-c0ab-1385-ec0070e2e939#:~:text=La%20inversi%C3%B3n%20espa%C3%B1ola%20en%20I,Nacional%20de%20Estad%C3%ADstica%20(INE).)

Gráfico 15. Evolución de la inversión española en I+D según el origen de los fondos

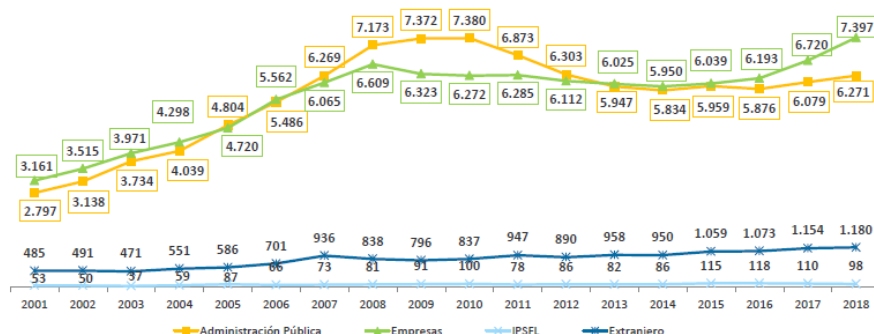


Gráfico 5. Distribución de la inversión en I+D por origen de fondos (M€)
Fuente: Estadística I+D. INE

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.A

Otro ángulo importante es el relativo a la ejecución de los gastos en I+D. que se pueden ver en el Gráfico 16. Ahí se observa que se gasta más en I+D en el sector de educación superior que en las Administraciones, aunque ambas varían al mismo ritmo a lo largo de todos los años. Las empresas superan el total de gastos públicos y crecen mucho más rápidamente en los últimos años. Para el año 2018 el 56,5% de la inversión en I+D la ejecutaba el sector empresas, el 26,4% el sector enseñanza superior y el 16,8% el sector de administraciones públicas.

Gráfico 16.. Evolución de la inversión española en I+D por sector de ejecución

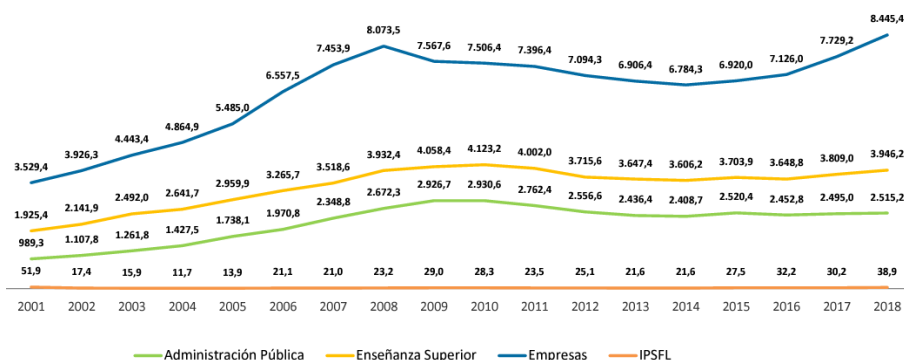


Gráfico 6. Inversión en I+D por sector de ejecución (M€)
Fuente: Estadística I+D. INE

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.A

España siempre se compara con la situación en el resto de los países de la Unión Europea, los tiene siempre como referencia, deseando alcanzar índices semejantes a los de los países más avanzados. En el Gráfico 17. se puede ver que España está a la cola en cuanto al porcentaje de las inversiones en I+D respecto al PIB.

Gráfico 17. Gastos en I+D de países europeos en 2018

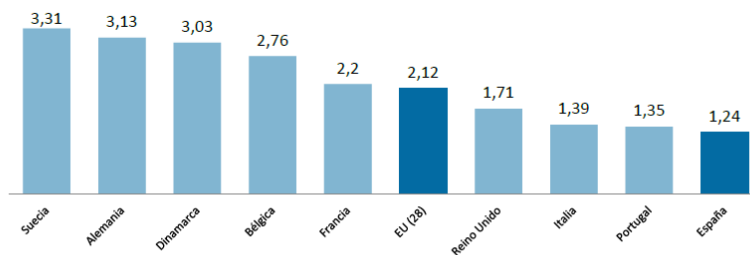


Gráfico 8. Gasto en I+D respecto al PIB (%). Año 2018
Fuente: Eurostat

Nota: Dato de Francia es el de 2016

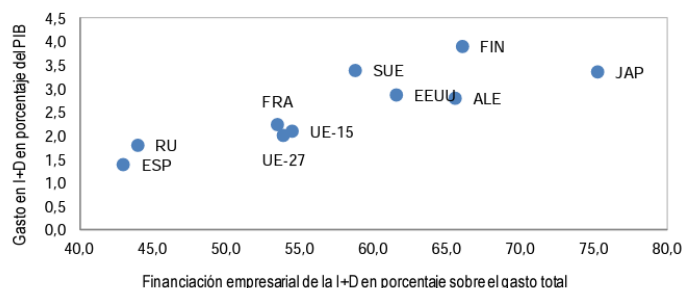
Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.A

En 2018 el índice de gastos en I+D era de 1,24% PIB mientras que el promedio de la UE era de 2,32% PIB. España estaba por detrás de Italia y Portugal y mucho más lejos de los países más avanzados, que superaban el 3%.

Al compararse con los países europeos otro aspecto que debe considerarse se refiere a que en España el 47,8% del gasto procede de las empresas, mientras que en la UE el esfuerzo empresarial como agente financiador es de 58%. En España las Administraciones Públicas financian el 38,9% del gasto frente al 29,3% en la UE. La Estrategia EECTI 2021-2027 propone objetivos y medidas para situarse cerca del promedio de la UE.

Más claramente se ven estas diferencias cuando se compara España con otros países relacionando el porcentaje que financian las empresas respecto el total de la inversión en I+D con el valor del total de la inversión en I+D respecto al PIB. En el Gráfico 18.C puede verse que en España esas cifras son mucho más bajas que las de los países de la UE y mucho más aún de algunos de los países líderes, como Finlandia, Japón, Alemania, Suecia y Estados Unidos.

Gráfico 18. Financiación empresarial de la I+D en porcentaje sobre el gasto total



Fuente: Eurostat, datos 2010 (para Suecia, Estados Unidos y Japón datos de 2009). Elaborado por FECYT.

20.1. La situación de los recursos humanos

La Estrategia EECTI 2021-2027 afirma que «La clave para tener un sistema científico e innovador excelente reside, en buena medida, en sus recursos humanos». En el Gráfico 19. puede verse su evolución entre 2001 y 2018. Puede observarse que hubo un importante crecimiento, del 4,3% interanual en promedio, con una disminución como la

ocurrida a las inversiones en I+D en la crisis de 2008. Volvió a crecer en 2014. Para 2018 el porcentaje de personal de investigación respecto al total de empleados en actividades de I+D fue de 62%.

Gráfico 19. Evolución del personal empleado en I+D en España

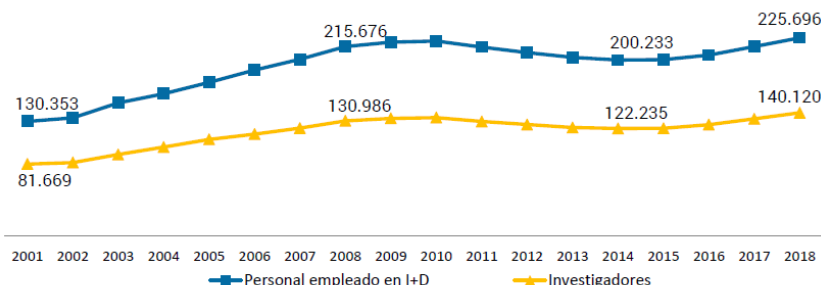


Gráfico 10. Evolución del personal empleado en I+D y de los investigadores (EJC)
Fuente: Estadística de I+D. INE

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.B

Un porcentaje de los investigadores tienen título de Doctor, como se puede ver en el Gráfico 20. donde se puede comprobar que la tendencia de crecimiento ha sido continua durante todo el período 2001-2018.

Gráfico 20. Porcentaje de personal empleado en I+D con doctorado

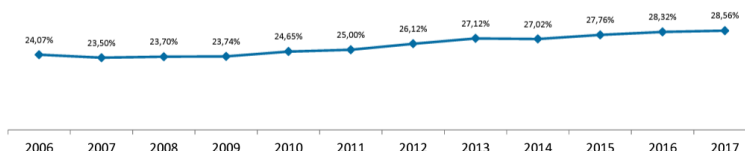


Gráfico 11. Porcentaje de personal empleado en I+D con doctorado
Fuente: Eurostat- elaboración propia

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.B

Al revisar cual es el porcentaje del personal empleado en I+D en España y en la UE con respecto a la población ocupada se vió que aunque esos valores en el 2010 era muy parecidos (1,16%) y aunque la cifra aumenta en España para 2018 (1,18%), lo hace más rápidamente para la UE (1,46%). En el gráfico 21. se ve de nuevo que España está a la cola, apareciendo ahora de primer país en este índice Finlandia, mostrando la prioridad que le han dado a la formación y dedicación de personal para I+D.

Gráfico 21. Porcentaje de personal empleado en I+D respecto a la población ocupada

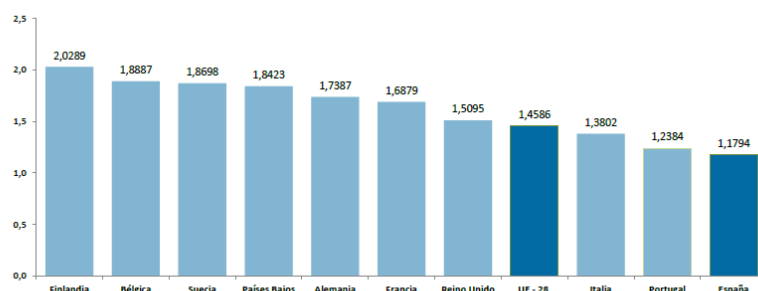


Gráfico 13. Porcentaje de personal empleado en I+D respecto a la población ocupada.
Año 2018
Fuente: Eurostat

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.B

La diferencia entre España y los países europeos es más evidente cuando se analiza la dedicación a I+D en las empresas. España sigue estando en las posiciones más bajas con un 46,3% mientras que el promedio de los 28 países de la UE era de 58,3%, siendo Suecia el país con mayor porcentaje, 73,4%, tal como puede verse en el Gráfico 22.

Gráfico 22. Porcentaje de personal en I+D en el ámbito empresarial (2018)

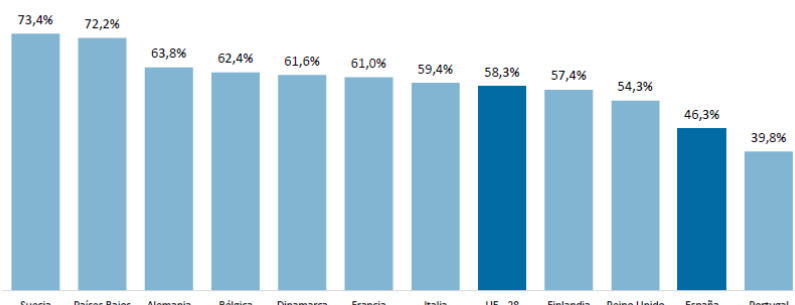


Gráfico 14. Porcentaje de personal en I+D en el ámbito empresarial (EJC). Año 2018
Fuente: Eurostat

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.D

España tiene, sin embargo, un alto potencial en cuanto a población con nivel formativo superior. En el año 2019 el 44,4% de la población entre 30 y 34 años había alcanzado nivel de Educación Superior, mientras que la media de la Unión Europea era de 41,3% y el país con mayor porcentaje, Suecia tenía el 52,3%.

20.2.La producción científica española

En el Anexo de la EECTI 2021-2027 se presenta un detallado informe bibliométrico sobre la producción científica española como resultado de la actividad investigadora, que muestra que el número y calidad de los documentos – artículos – científicos aceptados como publicaciones respetables mundialmente ha venido aumentando y está a niveles comparables y a veces superior al de países muy reconocidos científica y tecnológicamente. «España, en términos de volumen total de documentos, ocupa la

posición 12ª dentro del grupo de los 24 países del mundo en los que se producen más de 30.000 documentos al año (Gráfico 23) ».

Gráfico 23. Producción científica mundial (2018)

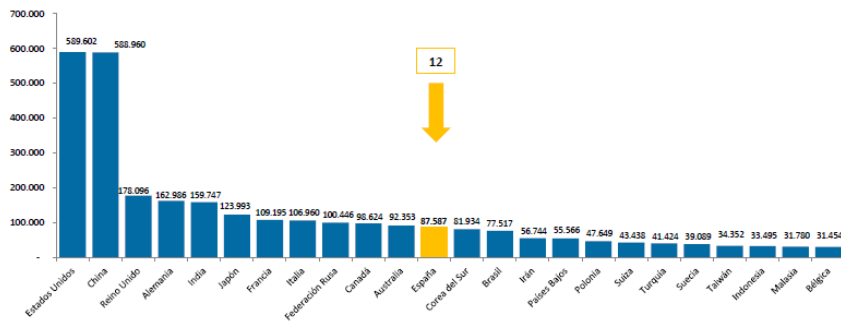


Gráfico 40. Producción científica mundial. Año 2018.
Fuente: FECYT-SCOPUS

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.G

Esta producción ha venido aumentando progresivamente como puede verse en el Gráfico 24.

Gráfico 24. Evolución de la producción científica española

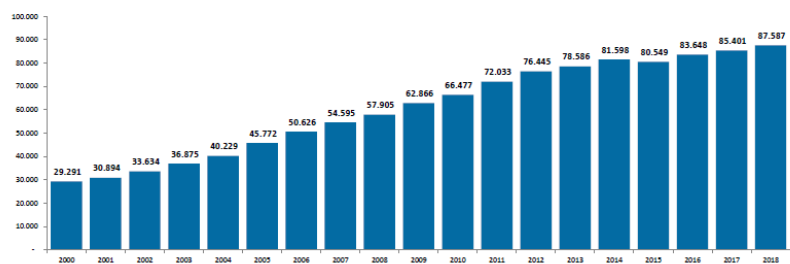


Gráfico 41. Producción científica española.
Fuente: FECYT-SCOPUS

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.G

En el Anexo B de la EECTI 2021-2027 se analizan otros detalles bibliométricos como es el impacto normalizado, referente al número de citas, quedando España en la posición 12ª, por encima de China y Japón, cuya producción en volumen de documentos es superior a la española pero que tienen un impacto medio más bajo. Otros países con un volumen de producción inferior al de España, tales como Suiza, Países Bajos, Bélgica, Suecia, están en las primeras posiciones en cuanto al valor del impacto normalizado, como puede verse en el Gráfico 25.

Gráfico 25. Impacto normalizado de la producción científica española (2018)

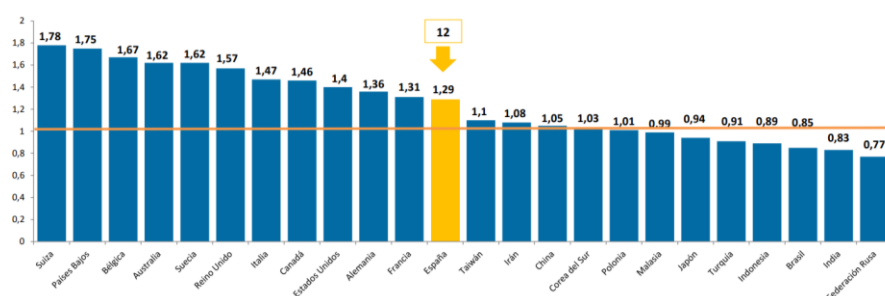


Gráfico 44. Impacto normalizado de la producción científica mundial. Año 2018.
Fuente: FECYT-SCOPUS

Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.G

El porcentaje de publicaciones científicas españolas con respecto a la producción mundial se mantuvo estable durante los últimos 10 años. Además la colaboración internacional de las publicaciones españolas ha aumentado alcanzando el 50% de éstas. Otro aspecto que muestra la actividad inventiva e innovadora de un país es la cantidad de solicitudes de patentes y las patentes concedidas. Hay dos indicadores que se manejan en el anexo de la Estrategia EECTI 2021-2027, las solicitudes de Patente Internacional (PCT)¹⁴⁴ y europeas (EP)¹⁴⁵

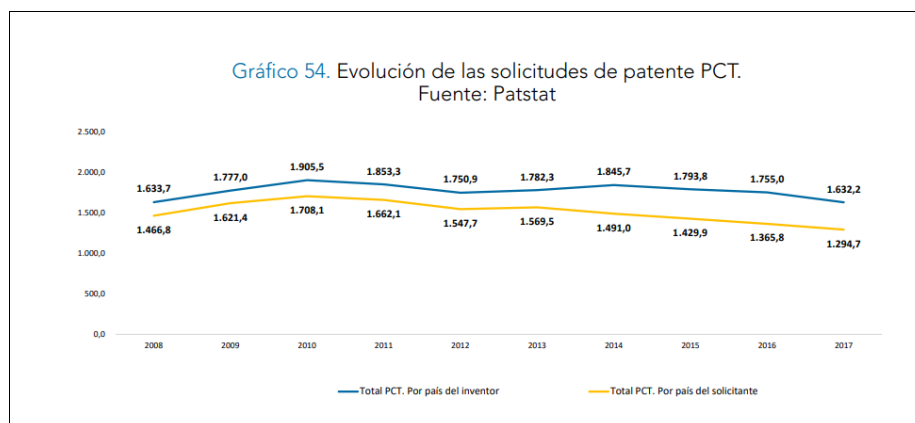
En el Gráfico 26. se presenta la evolución de las solicitudes de patente PCT con origen español, tanto desde el punto de vista de país de residencia del inventor como del solicitante¹⁴⁶. Puede verse que desde 2008 al 2010 las solicitudes iban creciendo, tanto las del inventor como las del solicitante, éstas llegan a cubrir el 90% de las solicitadas por el inventor. Aunque las solicitudes por inventor crecieron un poco entre 2012 y 2014 después decrecieron hasta 2017. Las solicitudes por solicitante a partir de 2012 fueron decreciendo de manera continua y la proporción sobre las solicitadas por los inventores bajó hasta algo menos del 80%.

¹⁴⁴ Las solicitudes de Patente Internacional (PCT) en virtud del Tratado de Cooperación de Patentes permiten solicitar protección simultáneamente en un gran número de países (152 países en 2017) directamente en el idioma español. Éste no es un procedimiento de concesión de patente, es sólo de tramitación porque la concesión de patente la otorga cada país elegido. PCT (Patent Cooperation Treaty) es un tratado internacional que forma parte del Sistema Internacional de Propiedad Intelectual, cuyo desarrollo y manejo lo lleva a cabo la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI, en inglés WIPO), que es un organismo de las Naciones Unidas. (www.oepm.es)

¹⁴⁵ Las solicitudes de Patentes Europeas (EP) son tramitaciones ante la Oficina Europea de Patentes. Actualmente hay 38 países miembros del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas (CPE). La patente europea puede ser concedida para todos los Estados contratantes, para varios o para uno de ellos solamente, lo que la hace más fácil y económica que si se hiciera individualmente a los mismos Estados. <http://www.oepm.es/cs/OEPMSite/contenidos/Folleto/08-la-patente-europea.html>

¹⁴⁶ Las solicitudes por solicitante de patente indican que los posibles innovadores están interesados en conseguirlas porque ya ven posibilidades de poner en el mercado esas invenciones

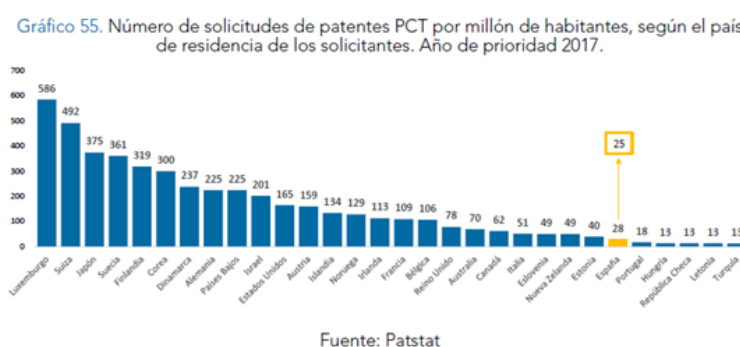
Gráfico 26. Evolución de las solicitudes de patentes PCT en España



Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.G

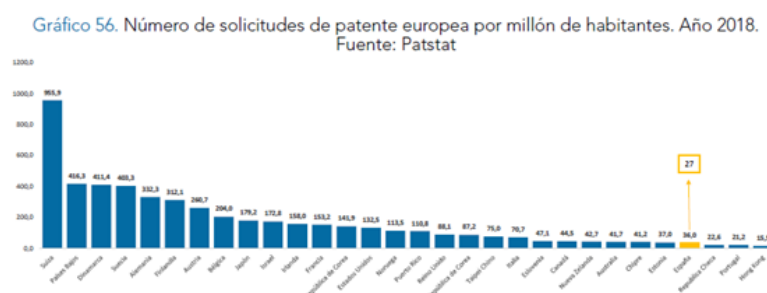
En los Gráficos 27 y 28 puede verse que España está a la cola de los 30 países que más solicitudes presentan por habitante, poniendo de manifiesto la baja actividad de transferencia de conocimiento e innovadora que tiene España.

Gráfico 27. Número de patentes PCT por millón de habitantes en España (2017)



Fuente: Patstat

Gráfico 28. Número de solicitudes de patente europea por millón de habitantes en España (2017)



Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.G

20.3.El desarrollo institucional

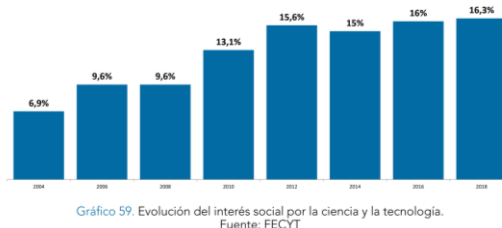
Uno de los aspectos más destacables del desarrollo científico y tecnológico de España es el desarrollo del Sistema Español de Ciencia y Tecnología (SECTI), que ha ido

construyéndose progresivamente desde que se aprobó la Ley de la Ciencia en 1986. En la Parte I de este trabajo se han señalado ya los principales componentes.

El interés de la sociedad española por la ciencia y la tecnología

Para concluir con estos datos tomados de los anexos que incluye la EECTI se presentan los resultados acerca del interés de la sociedad española por la ciencia y la tecnología que ha venido creciendo, aunque se ve que a partir del 2012 el crecimiento es muy lento, como se muestra en el Gráfico 29, producto de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España que desde 2002 lleva a cabo la FECYT.

Gráfico 29. Evolución del interés por la ciencia y la tecnología en España



Fuente: EECTI 2021-2027 - Anexo I.H



Capítulo 21. Conclusiones Parte III

21. ¿Qué nos dice la historia?

España es un país destacado entre los países europeos. Por su tamaño geográfico y su población es el cuarto país más grande de Europa. Por el tamaño de su economía el catorceavo del mundo. Actualmente está reconocido internacionalmente como miembro del mundo democrático y de la cultura occidental. Lógicamente debiera tener indicadores semejantes a los de los demás países europeos en todas las áreas: social, económica, científica y tecnológica.

La economía española sigue más o menos las prácticas de los países europeos. Predominan las prácticas de libre mercado y de economía de consumo. A pesar de su desarrollo, su economía interna actual está basada sobre todo en el sector servicios, como cualquier país moderno, pero tiene una baja presencia del sector industrial, al compararla con los principales países europeos. España genera mucho menos valor agregado que el conjunto y que el país líder, Alemania, especialmente en cuanto a los aportes de las actividades profesionales, científicas. Estas cifras parecen mostrar que España todavía no ha logrado niveles en que la ciencia y la tecnología constituyan su base económica, a pesar de que ha tenido importantes avances en la producción en ciencia, aunque menos en tecnología.

España no ha logrado invertir en I+D+i al mismo ritmo que se hace en los países más avanzados de Europa. Su economía, aunque ya no está basada en el sector primario, en la agricultura, sigue basada en sectores que no son los que más innovan, la construcción y el turismo que son sectores intensivos en mano de obra que requieren poca innovación. La gran mayoría de sus empresas son pymes y trabajadores autónomos con poca actividad innovadora. El desarrollo industrial interno es más pequeño que el de otros países europeos.

La inversión en I+D en España, relativa al PIB en 2020 era de sólo 1,41% mientras que en toda la Unión Europea era de 2,3%, en Alemania 3,14% y en los países escandinavos pasaba de 2,28% en Noruega, hasta 3,53% en Suecia. Este aspecto ha sido discutido

históricamente y aunque creció rápidamente en los primeros años de la democracia sigue siendo muy bajo comparativamente.

España ha desarrollado importantes capacidades y organización del SECTI, pero a pesar de toda la planificación detallada y bien organizada que se ha llevado a cabo en los últimos cuarenta años España va todavía por detrás de los principales países europeos en el desarrollo de C y T y en el desarrollo económico.

La Ley de la Ciencia de 1986 fue un hito decisivo para superar la situación en que se encontraba la ciencia en España (escaso tamaño, descoordinación; organización, estrategias y políticas deficientes; escasa eficiencia en la gestión, recursos limitados; baja intervención del sector privado y un seguimiento poco crítico). Con esta Ley se estableció una política científica que quería ser integral, coherente y rigurosa en todas las fases del proceso de desarrollo científico y tecnológico. Se establecieron líneas prioritarias de I+D, programas, recursos, líneas de coordinación con la comunidad científica y las empresas, el Plan Nacional de Investigación Científica y otras instituciones para la planificación, gestión, gobernanza y relaciones con la comunidad científica y las empresas.-

Desde entonces se han emitido regularmente nuevos Planes de Investigación Científica, cada tres años. Posteriormente, desde 2007 se han definido estrategias para períodos de seis años, bajo las cuales se establecen los planes trienales. Aunque han habido cambios de gobierno: presidentes y partidos, y con ello cambiaron personas y ministerios responsables de la CyT, cambiando también los enfoques, en general se ha mantenido el proceso de manera continua. Por supuesto estos cambios introdujeron retrasos y debilidades en el proceso, pero se fue construyendo un Sistema Español de CTI (SECTI) bastante complejo que funciona y relaciona numerosos actores.

La planificación de la ciencia y la tecnología muestra la importancia que tiene el sistema de planificación y la creación de instituciones, para que la ciencia y la tecnología progresen y exista continuidad administrativa. Las instituciones constituyen la arquitectura funcional del Sistema Español de CyT (SECTI), una compleja red institucional.

Como en todos los diagnósticos, estrategias y planes se señala que todavía no se han logrado resultados comparables a los de países más avanzados y se repiten los mismos aspectos débiles desde 1986, parece necesario hacer algo más, diferente, para lograr que el SECTI sea más efectivo. Entre otras cosas, además de aumentar los recursos de inversión se requiere que las empresas cambien, que consideren y se preparen para que la innovación constituya un eje fundamental en su actividad productiva. Se deberá mejorar la gestión para innovar efectivamente y habrá que preparar a los jóvenes para incorporarlos.

Sorprende positivamente comprobar que el proceso de desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en España ha sido documentado ampliamente por organismos públicos y privados. Esto ha facilitado la comprensión de las complejas características del proceso de desarrollo de CTI en la Administración, que las empresas sean más sensibles y propensas a los valores de la investigación CyT y a la adopción de innovaciones. Se han formado muchos especialistas en este campo, que hacen propuestas y críticas regularmente, contribuyendo a que exista una progresiva maduración social en la sociedad española acerca de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación. Las repetidas críticas de los especialistas parecen indicar que a la planificación le ha faltado calidad en la ejecución por lo que hay que cambiar algunos enfoques e instrumentos.

Actualmente está más claro que el desarrollo de CTI requiere acuerdos políticos; que se necesita una estrategia de futuro que enfrente los grandes retos sociales actuales

(cambio climático, digitalización, epidemiología) y que debe desarrollarse un sólido sistema de alta calidad científica. Se necesita también fortalecer la educación, la formación y el asesoramiento, y que éste sirva para que los políticos definan sendas de racionalidad para el desarrollo económico y social del país.

Desde 1986 el personal empleado en España en I+D ha ido creciendo significativamente, así como el número de investigadores, pero cuando se hace la relación con la población ocupada el valor es mucho menor que en los países europeos industrializados indicando de nuevo menor capacidad de producción en CTI. El indicador de recursos humanos del «European Innovation Scoreboard 2021» de España es mayor que el de Alemania y muy próximo al de Francia, lo que indica que España puede contar con personas preparadas para la investigación científica y tecnológica y eso está reforzado también porque otro indicador «Atractivo del sistema de investigación» tiene valores muy cercanos a los que se señalan para Alemania y Francia, aunque algo menores.

Sin embargo, la nueva Ley de la Ciencia 2022 en Jefatura del Estado (2022) señala la necesidad de garantizar una carrera en investigación para los jóvenes, para evitar que se vayan de España y para hacer frente al envejecimiento del personal investigador.

Parece conveniente comentar otros aspectos interesantes. La producción de artículos científicos españoles es apreciable internacionalmente (puesto 12), lo que muestra resultados positivos del apoyo que se le ha dado a la investigación científica. Está colocada ya internacionalmente, pero eso no ocurre con las patentes, en las que España está mucho más atrasada (puesto 45) mostrando de nuevo el poco desarrollo tecnológico y en innovación de las empresas españolas.

21.1. Aprendizajes

El Contexto

- La competencia internacional es una fuerza importante en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI).
- En el desarrollo socioeconómico, CTI son el factor clave en el desarrollo industrial y de los servicios para la generación de valor agregado bruto en los países (VAB).
- La inversión en I+D sigue siendo una medida internacional del nivel de desarrollo y la competitividad de los países por lo que es indispensable hacer lo posible para mantenerla al nivel de los países más avanzados.
- Una planificación detallada y bien organizada es indispensable para el desarrollo de un sistema de CyT que relacione oportuna y efectivamente a todos los actores necesarios.
- Hay que estimular la innovación en las empresas, en todas, pero las de mayor tamaño son las que producirán los mayores beneficios.
- El monto de la inversión en I+D+i relativa al PIB es un valor que muestra el nivel de desarrollo en CTI cuando se compara con los valores que este indicador tiene en los países más avanzados en estos campos.

El Mercado

- Las prácticas de libre mercado son las que facilitan y se benefician de la innovación.

Las personas

- Para el desarrollo Cy T es indispensable la formación de personal en todos los niveles, desde estudiantes hasta doctores, profesionales, gerentes, personal técnico y de apoyo.
- Es necesario que existan facilidades de empleo adecuado y posibilidades de hacer carrera en CTI para que las personas preparadas utilicen y desarrollen sus capacidades en el país.
- Para que las personas preparadas en CTI se desarrollen se necesitan instituciones científicas y tecnológicas especializadas e industrias que las contraten.
- Hay que hacer que la carrera en CTI sea atractiva.
- Hay que desarrollar capacidades de gestión en las personas para la gerencia y desarrollo de las instituciones relacionadas con CTI.
- Hay que crear métodos efectivos que faciliten la movilidad de los investigadores hacia las empresas y los profesionales de las empresas hacia los centros de investigación y docencia
- Hay que desarrollar capacidades en CTI para que los empresarios y los políticos comprendan el papel actual de la CTI, los beneficios que pueden producir en la competitividad de las empresas y del país, las características de sus actividades y para que sean capaces de convertirlas en organizaciones y empresas innovadoras.

Las infraestructuras

- Las instituciones científicas y tecnológicas forman la arquitectura funcional del Sistema Nacional de CTI (SNCTI)
- Hay que crear una red de instituciones científicas y tecnológicas en distintas especialidades específicas, incluyendo las relacionadas con las nuevas tendencias CyT.
- El SNCTI es una compleja red institucional que requiere definiciones claras de los objetivos, estrategias, planes y recursos para poder relacionar de manera armónica y coherente a todos los actores con esos fines.
- La planificación de las actividades de CTI es indispensable para lograr el mejor funcionamiento del SNCTI y de sus resultados.

La producción

- Las políticas sobre CTI deben formar parte de las políticas de desarrollo socioeconómico nacional y éste debe estar basado en ellas para poder ser internacionalmente competitivos.
- El propósito fundamental de una Ley para CTI es lograr que el proceso de desarrollo del SNCTI sea integro, coherente y sirva de guía clara para el desarrollo de estrategias, planes operativos, políticas CTI y asignación de recursos.
- Es conveniente definir estrategias de largo plazo en las que se establezca una visión compartida de cuáles son las principales áreas de desarrollo, los objetivos a largo plazo así como la política general en relación con el desarrollo socioeconómico del país.
- En los planes operativos se establecen políticas, programas, recursos y líneas de coordinación entre todos los actores.

- Hay que definir claramente un régimen adecuado de gobernanza para garantizar relaciones efectivas entre los sectores científico, académico y empresarial.
- La continuidad de funcionamiento del sistema de planificación de CTI es determinante para el éxito del desarrollo de CTI.
- Es indispensable disponer de sistemas de recolección y análisis de la información sobre el funcionamiento del SNCTI y de los planes.
- Hay que involucrar a los sectores científico, académico y empresarial en la definición de objetivos, políticas y planes de desarrollo en CTI.
- Es necesario desarrollar una cultura de CTI en la sociedad acerca de las características y beneficios que aportan la ciencia, la tecnología y la innovación para que comprendan cómo pueden afectar su vida, sepan manejar los cambios que van a ocurrir y puedan participar efectivamente en las decisiones que podrán afectar sus condiciones de vida.
- Los sectores con mano de obra más calificada se benefician más de la innovación.
- La excelencia debe ser siempre el norte en todas las actividades en CTI, teniendo en cuenta las condiciones nacionales, la adecuada satisfacción de las necesidades nacionales y el nivel de desarrollo internacional.
- La atención a los grandes retos nacionales requiere la definición de políticas y programas específicos del Estado en CTI y pueden ser fuentes importantes de empleo calificado y de innovación.
- Hay que tomar en cuenta que después de 40 años de desarrollo en CTI en España, todavía no se han resuelto varios elementos fundamentales: la baja inversión en I+D del Estado y de las empresas, la poca innovación empresarial, las deficientes relaciones entre las comunidades científica, académica y empresarial y la difícil transferencia de conocimientos y tecnología entre ellas. Esto indica que a pesar de que se ha desarrollado un sistema de CTI muy complejo, un sistema de planificación y seguimiento muy completo y se han identificado esos problemas repetidas veces a lo largo del tiempo, deberían identificarse claramente las causas y cambiar enfoques e instrumentos para resolver esas dificultades.
- Los indicadores internacionales son muy útiles para identificar áreas débiles y poder definir acciones para mejorarlas.
- Los indicadores de publicaciones científicas y de patentes son relevantes a nivel internacional como muestra de las capacidades científicas y tecnológicas.

La producción creativa

- Un país es más importante y respetado cuando el desarrollo cultural y el desarrollo científico-tecnológico tienen ambos alto nivel, pero eso no ocurre siempre simultáneamente.
- Actualmente existen interrelaciones entre ACTS que ameritan atención y estímulo, facilitándolas y asignando recursos para su desarrollo. [U](#)

Referencias bibliográficas, Parte III

- Buesa, Mikel. 2006. «El sistema nacional de innovación en España: un panorama», Innovación y Competitividad, Noviembre-Diciembre 2012. Nº 869 15, ICE, Consultado el 20 de diciembre de 2022. <https://www.researchgate.net/publication/28133647>.
- CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial). Consultado el 4 de enero de 2023. <https://www.cdti.es/>.
- CICYT (Comisión Ministerial de Ciencia y Tecnología). 2007. Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología, FECYT, Consultado el 5 de abril de 2023. <https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:84bc149c-48c6-42d5-ae6b-39d42844aa10/Encyt.pdf>.
- COSEP (Consejo Superior de la Empresa Privada) 2007. Informe SISE 2005, Seguimiento y evaluación. Plan Nacional de I+D+i 2004-2007, Consultado el 5 de abril de 2023. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/informe-sise-2005>.
- COTEC.(Fundación Cotec para la innovación) 2012. Informe Cotec 2012, Consultado el 11 de diciembre de 2022. http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7103/7103236/informe_cotec_2012.pdf.
- ENDEAVOR INSIGHT. 2022. «Mapping Spain's Tech Sector (Endeavor Insight, Endeavor España y Google for Startups) », Consultado el 6 de enero de 2023. <https://www.informeticplus.com/mapping-spains-tech-sector-endeavor-insight-endeavor-espana-y-google-for-startups>.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) 2007. Libro blanco de la interrelación entre Arte, Ciencia y Tecnología en el Estado español, Consultado el 10 de octubre de 2023. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/libro-blanco-de-la-interrelacion-entre-arte-ciencia-y-tecnologia-en-el-estado-espanol>.
- FECYT (2023): Libro Blanco de la interrelación entre Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad en España 2023, Consultado el 10 de octubre de 2023. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/libro-blanco-de-la-interrelacion-entre-arte-ciencia-tecnologia-y-sociedad-en-espana-2023>,
- Fernández de Labastida, José Manuel. 2006. «La Ley de la Ciencia de 1986 y la Ley de Agencias Estatales de 2006», Revista mi+d (número especial), Consultado el 11 de diciembre de 2022. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/2782/3/lab.pdf>.
- Ferrón, Hugo. 2023. «Nueva Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022: hablan los expertos», Consultado el 17 de abril de 2023. <https://inovalabs.es/es/ley-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>.
- González Hermoso deMendoza, Alfonso. 2006. «Presentación», Revista madri+d, nº. Extra 21, 2008, pp. 7-8, Consultado el 11 de diciembre de 2022. <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001702.pdf>.
- Guimón, José. 2021. «La política de innovación en España: evolución reciente y nuevos horizontes», Consultado el 11 de diciembre de 2022. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/421/JOSE%20GUIMON.pdf>.
- INAP (Instituto Nacional de Administración Pública) 2022. La administración al día, 31/03/2022. Consultado el 4 de abril de 2023. <https://laadministracionaldia.inap.es/noticia.asp?id=1512685>.
- Jefatura del Estado. 1986. «Ley 13/1986, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica», «BOE» nº.93, de 18 de abril de 1986, pp. 13767 - 13771, Consultado el 29 de marzo de 2023.

- <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-9479>,
<https://www.boe.es/eli/es/l/1986/04/14/13>.
- Jefatura del Estado. 2022. «Ley de la Ciencia 2022», BOE-A-2022-14581, Consultado el 17 de abril de 2023. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-14581>.
- Laborda, Ángel. 2016. «Treinta años de economía española: una visión general», Consultado el 20 de septiembre de 2023. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_CIE/250art02.pdf.
- Larraga, Vicente. (Coord.). 2021 «3er. Informe sobre la ciencia y la tecnología en España», Consultado el 27 de diciembre de 2022. https://www.fundacionalternativas.org/storage/publicaciones_archivos/97bd52cd54b12cc64d36088f3cfd9527.pdf.
- Madri+d. 2006. «20 años de la Ley de la Ciencia 1986-2006», Revista Madri+d, Número especial. Consultado el 11 de diciembre de 2022. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001702.pdf>.
- Marcellán Español, Francisco. 2006. «El impacto de la Ley de Ciencia en el Sistema Español de Investigación, Desarrollo e Innovación: una perspectiva de futuro», Revista madri+d, nº. Extra 21, 2008, pp. 10-14, Consultado el 11 de diciembre de 2022. <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001702.pdf>.
- MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN, Consultado el 4 de enero de 2023. <https://www.ciencia.gob.es/>.
- MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN, Estrategia española de ciencia, tecnología e innovación 2021-2027, Consultado el 17 de abril de 2023. <https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:e8183a4d-3164-4f30-ac5f-d75f1ad55059/EECTI-2021-2027.pdf>.
- MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN, PEICTI 2021-2023, Consultado el 14 de abril de 2023. <https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:e1f1deb1-7321-4dd9-b8ca-f97ece358d1c/PEICTI%202021-2023.pdf>.
- MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN. 2010, INGENIO 2010: Balance de actuaciones, Consultado el 4/ de abril de 2023. <https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/DescargasPrimerasIniciativas/2005-Programa-ingenio-2010.pdf>.
- MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN. 2011, Estrategia Estatal de Innovación, Consultado el 7 de abril de 2023. https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:376f4169-21c0-4daa-94df-cdefd99da870/ESTRATEGIA_ESTATAL_DE_INNOVACION_E2I_29.pdf.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD. 2012. Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020, Consultado el 5/4/2023. https://www.redpoliticaside.es/system/files/repositorio-archivos/Estrategia_espanola_ciencia_tecnologia_Innovacion_2013-2020.pdf.
- Ministerio de Economía y Competitividad. PEICTI 2013-2016. Consultado el 11/4/2023. https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:81a33d6d-049e-45e0-ad41-7f4f67d4a7e9/Plan_Estatal_Inves_cientifica_tecnica_innovacion.pdf.
- Ministerio de Economía y Competitividad, PEICTI 2017-2020, Consultado el 12/4/2023. <https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:4df69bec-c113-4e22-ae45-37ba72d53b7c/PlanEstatalIDI.pdf>.
- Muñoz, Emilio. y García Arroyo, Arturo. 2006. «El nacimiento de la Ley de Ciencia: el sueño de un progreso», Revista madri+d, nº. Extra 21, 2008, pp. 21-25, Consultado el 11 de diciembre de 2022. <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001702.pdf>.

- Muñoz, Emilio. 2011. «El estado y la política científica: Relato sobre la transición democrática», Consultado el 12 de septiembre de 2022.
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/273957/1/El%20estado%20y%20la%20politica%20cientifica.pdf>,
- Otero Carvajal, Luis Enrique. 2001. «La destrucción de la ciencia en España. Las consecuencias del triunfo militar de la España franquista», en *Historia y Comunicación Social*, 2001, n.º 6, 149-186 ISSN: 1137-0734, Consultado el 12 de septiembre de 2022.
<https://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/view/HICS0101110149A/19489>.
- Pallarés Serrano, Anna. 2022. «Estudio sobre la suficiencia de los mecanismos de coordinación existentes en el ámbito del fomento a la innovación en España», Consultado el 19 de enero de 2023.
<https://laadministracionaldia.inap.es/noticia.asp?id=1512685>.
- Pampillón, Rafael. 2022. «Estructura de la economía española por sectores económicos y empleo (2021 y 2022) », *Economía Española*, 26 septiembre 2022. Consultado el 19 de enero de 2023. <https://economy.blogs.ie.edu/archives/2022/09/estructura-de-la-economia-espanola-por-sectores-economicos-y-empleo-2021-y-2022/>.
- Pavón Morota, Julián. 2006. «De la Ley de Innovación a la Ley de Ciencia: historia del camino inverso», *Revista madri+d*, n.º. Extra 21, 2008, pp. 15-20, Consultado el 11 de diciembre de 2022. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001702.pdf>.
- Sebastián, Jesús. 2008. «Pasado y futuro de los Planes Nacionales de I+D», *Revista madri+d*, n.º. Extra 21, 2008, pp. 17-22, Consultado el 7 de diciembre de 2022.
<http://hdl.handle.net/10261/12168>, 

Viaje histórico a la innovación española

Aprendizajes para América Latina

PARTE IV

Criterios derivados de los aprendizajes

José Manuel Martínez
01/10/2

PARTE IV. Aprendizajes finales

Introducción

Se ha hecho un largo recorrido para tratar de comprender qué factores han influido en el proceso de desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en España se documenta ampliamente por organismos España a lo largo de su historia para haberse destacado en algunos momentos como el país más avanzado y para no estar actualmente satisfechos ni entre los primeros lugares en el desarrollo y utilización de la ciencia y la tecnología. Han sido muchos los elementos que hemos ido detectando, que deben tomarse en cuenta para comprender la historia CTI en otros países y para establecer políticas y planes en países que quieran avanzar en el desarrollo de estos campos. Presentamos a continuación una lista de los principales aprendizajes.

La revisión realizada en la Parte I de este trabajo, sobre la situación actual en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) ha mostrado que actualmente en España hay empresas que realizan actividades en I+D+i y hacen inversiones para incorporar la investigación a una producción innovadora, llegando a exportar productos de tecnologías avanzadas. Alrededor de ellas se ha creado un ecosistema de empresas que les fabrican partes y servicios, también un conjunto de emprendimientos startups jóvenes y existe también un centro de investigación creado hace mucho tiempo. El sector en que funcionan, el aeroespacial, es muy complejo y genera apreciables inversiones y empleo de alta calidad. Esta es una muestra importante de capacidades CyT de alto nivel que deja ver que sería importante estudiar si pasa lo mismo en otros sectores industriales y de servicios, para ver cuáles son sus efectos en la economía del país.

El análisis histórico de la Parte II nos ha enseñado que los éxitos y desarrollos en la Ciencia, la Técnica y la Innovación varían a lo largo del tiempo. Que hay épocas de gran auge y otras de declive, que se alternan en el tiempo dependiendo de las circunstancias. Que los mayores éxitos surgen cuando hay interés, voluntad política y liderazgo de los dirigentes del país. El desarrollo se facilita con la creación de instituciones y la dedicación de los recursos necesarios, atrayendo sobre todo a personas destacadas y los conocimientos más avanzados.

La CTI crece en épocas de bonanza económica y estabilidad política y social, cuando además hay un desarrollo positivo en muchas otras áreas, incluyendo en el arte.

Los avances en CTI se paralizan y decaen en épocas de penuria económica, cuando los dirigentes no tienen visión y cuando hay conflictos o confrontación ideológica entre los grupos sociales más interesados en lograr el poder.

En épocas de declive muchos científicos e intelectuales de ideas avanzadas son perseguidos, les echan o se van del país buscando donde poder trabajar, sobre todo en lo que les interesa y seguir viviendo. Otros siguen trabajando de manera subrepticia, oculta, buscando maneras para mantener sus actividades y difundir sus mensajes avanzados, esperando que surjan mejores posibilidades.

El éxito pasado se incorpora a la memoria cultural, ni se desprecia ni se olvida. La sociedad lo recuerda esperando siempre que puedan volver a existir condiciones apropiadas para aplicar y desarrollar sus conocimientos.

En la Parte III, en el período democrático se observa que España es ahora un país destacado, miembro del mundo democrático y de la cultura occidental. Es el cuarto país

más grande de Europa y por su economía el catorceavo del mundo. Sigue prácticas de libre mercado y de economía de consumo, basada sobre todo en el sector servicios, con baja presencia del sector industrial y menos valor agregado que el conjunto de los países europeos, especialmente con menos aportes de las actividades profesionales, científicas. Se basa en sectores que no son los que más innovan, la construcción y el turismo.

Sectores intensivos en mano de obra que requieren poca innovación.

A pesar de continuos y renovados esfuerzos organizativos y de planificación España todavía no ha logrado niveles en que la ciencia y la tecnología constituyan su base económica. Su inversión en I+D+i sigue siendo mucho menor que en los países más avanzados de Europa.

No cabe duda de que España ha desarrollado importantes capacidades y organización de su Sistema de CTI. En España una Ley especial para CTI es el primer componente de las acciones de planificación que ha establecido el Estado español para el desarrollo de CTI. En la Ley se establecen las directrices y los lineamientos fundamentales y se fijan las principales orientaciones y valores. La Ley para CTI organiza el desarrollo del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, establece una adecuada arquitectura institucional, reglas claras y efectivas de funcionamiento, recursos adecuados y cómo se relacionará el SNCTI efectivamente con los demás sistemas, así como las condiciones y acuerdos políticos que interrelacionen efectivamente a los diferentes agentes.

Desde la primera Ley de la Ciencia en 1986 el Estado español ha seguido de manera continua un sistema de planificación detallada, bien organizado. Ha ido avanzando en sus enfoques y métodos. Prepara Planes de Investigación Científica, cada tres años y desde 2007 estrategias para períodos de seis años. El Sistema Español de CTI (SECTI) es ahora bastante complejo, funciona y relaciona numerosos actores, está compuesto por una compleja red institucional en la que destacan Organismos Públicos de Investigación (OPI), Parques científico-tecnológicos y otras instituciones de investigación de nivel mundial (los ICTS) e instituciones administrativas para la planificación, seguimiento, evaluación y gobernanza de los planes públicos y privados. Hay muchos especialistas en este campo, que hacen propuestas y críticas regularmente. Existe una progresiva maduración social en la sociedad española acerca de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Los resultados de la producción científica medida por el número y nivel de artículos científicos españoles es apreciable internacionalmente (puesto 12), pero no así la producción de patentes (puesto 45). Esto último muestra las deficiencias en la poca participación de las empresas, tal como señalan expertos y diagnósticos oficiales.

A continuación se presenta un conjunto de los principales aprendizajes que pueden mostrar cómo producir resultados exitosos en la planificación del desarrollo CTI. Se organizan según las categorías utilizadas para todo el análisis de las Partes I, II y III.

Desde luego la planificación del desarrollo en CTI es tarea de todos los agentes interesados. La definición de modelos de desarrollo, políticas, estrategias y planes requiere de un organismo del Estado responsable por la coordinación y el logro de acuerdos de los agentes. Debe establecer reglas claras, crear instituciones e instrumentos, facilitando la participación de los agentes para que se responsabilicen por llevar a cabo lo que más le convenga a ellos y al país.

Los aprendizajes finales que se muestran podrán servir ser utilizados y enriquecidos por los interesados en sus decisiones y actividades en CTI. Una lectura del documento les permitirá conocer mejor las circunstancias y otros detalles. [U](#)

Capítulo 22. Aprendizajes finales

El contexto

- El desarrollo de CTI debe ser considerado como parte fundamental, básica para sustentar el desarrollo socioeconómico de los países. Debe estar al desarrollo en la sociedad del conocimiento, en relación coherente con los ODS.
- El desarrollo de CTI deberá estar sintonizado con el desarrollo de otros países, para aprendizajes, cooperación e intercambios comerciales tecnológicos lo más balanceados posibles.
- Para lograr un desarrollo efectivo en CTI debe existir en el país un ambiente de libertad, con prácticas de libre mercado favorables al desarrollo CTI.
- Para garantizar la efectividad del desarrollo en CTI se necesitan acuerdos políticos a mediano y largo plazo sobre la orientación, objetivos, estrategia, organización del SNCTI, prioridades y recursos.
- El éxito del desarrollo en CTI depende fundamentalmente de la ideología, visión y conocimientos de los dirigentes del país.
- El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) debe ser el eje de todo el desarrollo en CTI. En él deben establecerse claramente las relaciones entre todos los agentes, a nivel nacional y regional.
- Le corresponde al Estado actuar como facilitador y planificador estratégico. Debe establecer reglas claras para lograr la relación más efectiva entre los diferentes agentes del SNCTI y vincular CTI con los demás planes de desarrollo del país.
- Es importante que exista un Ministerio de Ciencia e Innovación como organismo central del gobierno para CTI, que se ocupe del desarrollo del SNCTI, que guíe las acciones en CTI de las instituciones gubernamentales y la administración de los fondos que el Gobierno dedique a CTI.
- Debe establecerse un sistema de gobernanza claramente definido en el que intervengan representantes de los sistemas académicos, empresariales y de la sociedad civil.
- Hay que desarrollar la capacidad de inversión, de desarrollo tecnológico y de innovación de las empresas y lograr que sean competitivas, nacional e internacionalmente.
- Es necesario relacionar a los sectores científicos y tecnológicos para aprovechar mejor los nuevos conocimientos y las habilidades técnicas para producir innovaciones que beneficien la solución de problemas nacionales y un mejor desarrollo económico del país.

•

El mercado

- Hay que desarrollar el mercado local de innovación. Hay que identificar los sectores y áreas en que innovando se podrá ser más competitivos, para centrarse en ellas. El mercado nacional de innovaciones debe estar basado en la atención oportuna de las necesidades de la población, especialmente las más urgentes y las que tengan más impacto en mejorar sus condiciones de vida.
- El mercado de la innovación nacional es también el mercado internacional. Para ello las innovaciones deben ser competitivas.
- Las actividades innovadoras están relacionadas con las capacidades y recursos disponibles y con las que se deban crear para atender las necesidades.
- Las políticas y las estrategias que defina el Estado deben enfocarse para estimular el desarrollo del mercado para la innovación nacional.

- Para estimular el consumo de innovaciones nacionales la compra de innovación nacional por los organismos del Estado para atender y mejorar sus actividades, es una política de gran ayuda.
- Deben agilizarse todos los procesos de relación de las empresas innovadoras con las organizaciones del Estado.

Las personas

- Debe asegurarse que todos los involucrados en las actividades de CTI tengan conocimientos adecuados para gestionar exitosamente las instituciones y los proyectos. La excelencia debe ser el norte en todas las actividades.
- Dada la importancia del liderazgo en el desarrollo de la CTI es necesario desarrollar la formación de líderes en los tres campos y de descubrir quienes tienen ya esas capacidades e inquietudes para facilitar su desarrollo, comenzando desde edades tempranas.
- La formación en los conocimientos relativos a CTI, sus valores, beneficios, métodos y características debe ser incluida en todos los niveles del sistema educativo.
- Debe crearse una cultura nacional en CTI para que la ciudadanía pueda adaptarse a las nuevas circunstancias y pueda participar en la toma de decisiones sobre su implantación, para que entiendan el significado, importancia e impactos de los cambios y los nuevos desarrollos en CTI y sus consecuencias en su forma y nivel de vida.
- Hay que desarrollar capacidades de gestión de los procesos requeridos para el desarrollo de CTI, tanto para los responsables de la dirección de equipos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, como para los encargados del establecimiento de políticas y planes en CTI y del resto del personal involucrado directas de I+D+i y actividades de apoyo en relación con el manejo del conocimiento científico y tecnológico.
- Para facilitar el desarrollo de los jóvenes en CTI debe organizarse un efectivo sistema de becas, préstamos y subvenciones para apoyar a los interesados en su formación, emprendimientos e investigaciones.
- Hay que facilitar la movilidad de estudiantes, investigadores y expertos entre la industria y la academia nacionales y con instituciones de países más avanzados y organizaciones internacionales para formación, cooperación e intercambio de información y acceso al conocimiento existente.
- Hay que promover que vengan al país estudiantes, científicos y expertos de empresas e instituciones de países más avanzados, para formar al personal del país, para formar equipos de trabajo y mantener posteriormente relaciones regulares de intercambio entre ambos países.
- Hay que facilitar que los científicos y tecnólogos puedan tener una carrera atractiva en CTI, especialmente los más jóvenes.
- Deben crearse programas e incentivos para el desarrollo de la creatividad, su papel en las actividades de CTI y en la relación de CTI y Arte.

Las infraestructuras

- Una Ley de CTI debe tener como propósito lograr que el proceso de desarrollo del SNCTI sea íntegro, coherente y sostenible y que éste guíe el proceso de desarrollo de la CTI del país.
- El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) debe ser el eje de todo el desarrollo en CTI. Su construcción debe interrelacionar de la manera más efectiva a todas las instituciones que realizan actividades

- Las instituciones de CyT son las que aseguran el desarrollo en CTI, por lo que es importante ir desarrollándolas a medida que se avanza.
- El SNCTI está compuesto por ecosistemas sectoriales por áreas específicas y por sistemas regionales.
- Un efectivo SNCTI está integrado por instituciones de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, empresas y otras instituciones de apoyo que deben relacionarse efectivamente para la producción de nuevos conocimientos e innovaciones.
- Hay que considerar que el desarrollo del SNCTI debe ser un proceso creciente, continuo, que requiere largos plazos para alcanzar un pleno desarrollo funcional.
- La creación de una red institucional dinámica y flexible es lo que garantiza la existencia y progreso del SNCTI.
- Dada la velocidad de los cambios actuales hay que diseñar nuevas instituciones flexibles y capaces de adaptarse rápidamente a los cambios emergentes.
- El SNCTI debe poner el mayor interés y énfasis en el desarrollo de la innovación en las empresas.
- Las empresas son las organizaciones que introducen las innovaciones en el mercado, por lo que es imprescindible que las empresas participen en las definiciones de estrategias, políticas y planes de desarrollo en CTI.
- Se debe poner el mayor énfasis en lograr que las empresas sean innovadoras y se organicen y participen con entusiasmo y dedicación al desarrollo de innovaciones para el mejor desarrollo de su competitividad.
- Las grandes empresas son la que generan los mayores beneficios de la innovación, por lo que deben constituirse como centros importantes de ecosistemas específicos, como fuente clave para el desarrollo de emprendimientos y como centro de la innovación en su área.
- Un sistema de planificación es fundamental para el desarrollo del SNCTI. Debe tomar en cuenta que los procesos de creación de nuevos conocimientos y de innovaciones requieren tiempos largos de aprendizaje y para la producción de resultados.
- Es necesario implantar y mantener en forma continua un sistema de planificación, seguimiento y evaluación para guiar el desarrollo en CTI en relación con las estrategias nacionales de desarrollo socioeconómico y cultural, mediante estrategias, planes y políticas, con un adecuado sistema de gobernanza en el que participen los diferentes agentes.
- Un sistema de planificación debe identificar objetivos estratégicos y operacionales y establecer cómo organizar las actividades necesarias para alcanzarlos.
- El sistema de planificación debe atender la búsqueda de soluciones a los grandes retos actuales mediante la innovación. Parece conveniente que utilice el enfoque de desarrollo por misiones, formando equipos interdisciplinarios para integrar conocimientos, intereses, capacidades.
- Se necesita desarrollar sistemas de información efectivos públicos y privados, para recolectar, organizar, procesar y difundir la información sobre el desarrollo CTI en el país y en otros países.
- La importancia que tiene desarrollar sistemas efectivos de transferencia de conocimientos y tecnología entre los agentes del SNCTI, especialmente entre el sector de investigación y el sector productivo, indica la conveniencia de organizar Unidades de Transferencia de Tecnología (UTT) en los entes

académicos y de investigación. La RedOTRI como red de UTT con procedimientos comunes y personal de apoyo adecuadamente entrenado en el manejo apropiado de los procedimientos y las relaciones es un buen ejemplo a considerar.

- Hay que apoyar a las universidades para que sean un centro efectivo de generación de nuevos conocimientos relacionados con los avances mundiales y con las necesidades productivas del país.
- Debe organizarse la relación con científicos y expertos en la diáspora para su posible retorno e incorporación profesional efectiva. Deberá organizarse y mantener una red de contactos y apoyos con especialistas e instituciones de otros países. Se debe prever la creación de delegaciones para CTI en otros países.
- Hay que mantener el nivel de inversión en CTI relativo al PIB a valores comparables con los de países punteros en los avances en CTI, asegurando que con esas inversiones se logran avances en la producción de innovaciones y nuevos conocimientos.

Producción

- Hay que atender las necesidades nacionales del país innovando.
- Debe organizarse la producción innovadora orientada a la exportación.
- Hay que estimular a las empresas para que la innovación sea básica en sus formas de trabajo.
- Se deben implementar políticas comerciales que favorezcan la innovación nacional, entre ellas la compra de innovaciones nacionales por la Administración.
- Hay que facilitar la importación de instrumentos dedicados a la investigación y la innovación.

Producción creativa

- Hay que estimular la creatividad artística y su interrelación con la ciencia, la tecnología y la innovación, especialmente las tecnologías digitales actuales.
- Deberían organizarse instituciones que interrelacionen estos ámbitos, sobre todo para dinamizar organizaciones dedicadas al estudio y funcionamiento del sistema ACTS, en investigación y producción.

22. Observación final

Los aprendizajes realizados indican la conveniencia de aprovechar las experiencias de España mediante la firma de acuerdos que permitan a expertos de otros países de habla hispana tener acceso a la experiencia y conocimientos de expertos españoles y de los métodos organizativos y de trabajo de diferentes instituciones. [△](#)

La historia condiciona el presente y el futuro de las sociedades. Recorrer la historia de España desde sus orígenes, los romanos y los árabes, hasta hoy, es una aventura cultural desafiante. Permite revivir tiempos en que España fue un país muy destacado en el concierto mundial.

España con su poder, dinero y fama atrajo a intelectuales de otras partes del mundo y ha producido personajes que han sobresalido en los países occidentales. Cuando España descubrió un nuevo continente y desarrolló el imperio más extendido de la historia del mundo, creó y difundió nuevos conocimientos técnicos y científicos. En otras épocas ha estado por detrás de los países líderes, como también ahora, ¿cómo explicarlo?

En este libro se estudian los vaivenes de auge y declinación en distintas épocas para determinar los factores que determinan los éxitos y los fracasos del desarrollo científico y tecnológico. Se aprecia cómo se relaciona el desarrollo del conocimiento con los esfuerzos de organización y planificación, el desarrollo político, económico, social y cultural. Se muestra su íntima relación y la necesidad de estudiarlos integralmente con enfoques multidisciplinarios.

Se pone en evidencia la complejidad de los fenómenos y la necesidad de impulsar el papel de las empresas para lograr acuerdos de largo plazo entre las diferentes fuerzas sociales.

Este libro será una importante fuente de aprendizaje para las personas que estudian las teorías y posibilidades de desarrollo nacional, muy útil para estudiantes, profesores e investigadores del desarrollo y de la ciencia, la tecnología y la innovación, para lograr un mejoramiento importante en el rol de la economía nacional e internacional de un país y su impacto en las condiciones de vida de su población.