**Universidad de Oviedo**

**Facultad de Filosofía y Letras**

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Máster Universitario en Estudios de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

# Las políticas científicas y educativas en la España contemporánea

# Scientific and educational policy in contemporary Spain

Autor: Sergio Beraldo Martín Fernández

Tutora: Marta González García

Enero 2020

## Resumen,

El necesario entendimiento entre los ámbitos de la educación y la ciencia en España hace que este proyecto consista en desarrollar ambos ámbitos en un mismo contexto. Sin embargo, la realidad es bien distinta. Las leyes educativas se han realizado ignorando las leyes científicas y viceversa. Por lo tanto, nos encontramos ante un interesante desafío: explicar la importancia de unificar los dos ámbitos para obtener una articulación más que necesaria, que se abordaría en un contexto interdisciplinar, y al mismo tiempo práctico y académico.

Palabras clave: leyes educativas, leyes sobre ciencia, ciencia, educación.

**Abstract**

The necessary agreement among education and science in our country implies that this project must develop both fields at the same context. However, the fact is too different. Educational laws have been created ignoring scientific laws and vice versa. Thus, we are facing a great challenge: to explain the relevance of unifying both fields to achieve a necessary articulation that could be dealt with in an interdisciplinary context, both practical and academic.

Key words: education policy, science policy, science, education.

## 1. Introducción

El presente trabajo tratará la evolución en paralelo de las leyes sobre educación y ciencia en España desde finales del franquismo hasta la actualidad. Para desarrollar dicha tarea se realizará una síntesis pormenorizada de los apartados fundamentales de las distintas legislaciones sobre educación y ciencia, así como un análisis de los contenidos esenciales a modo de comparación. En lo que respecta a las leyes sobre educación, además de abordar su evolución a lo largo del periodo democrático, se harán las pertinentes valoraciones sobre la importancia de las diferentes legislaciones en el sistema educativo actual, así como la repercusión de sus directrices en cada etapa del largo proceso educativo. La trascendencia de las leyes educativas hace que retrocedamos brevemente hasta la ley Moyano de 1857, la primera de todas las leyes que modificaron la estructura organizativa de la enseñanza española. Desde entonces, se han sucedido un buen número de reformas educativas concretadas en diferentes leyes a las que nos referimos frecuentemente por el nombre de los ministros responsables de su promoción (ley Moyano, ley Villar, ley Wert) o por sus siglas (Ley Orgánica reguladora del Derecho a la Educación (LODE), Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) o Ley Orgánica de Educación (LOE)), por no hablar sino de algunas recientes (Tiana Ferrer: 2018).

Una vez finalizado el desglose de las leyes educativas, se tratará de comparar su desarrollo con el de las leyes sobre ciencia, realizando un análisis, si bien menos exhaustivo, al mismo tiempo más preciso acerca de su relación con la educación.

A pesar de iniciar el trabajo en el tránsito hacia la democracia, debo hacer una mención sobre la educación y la ciencia en la Segunda República española (1931-1939), que fue una etapa trascendental en cuanto al desarrollo educativo y científico, la lucha contra el analfabetismo y el avance en la igualdad entre hombres y mujeres en la sociedad española del siglo XX. Todos los logros de esta época fueron destruidos en parte por el régimen franquista; sin embargo, otros muchos inspirarían las políticas educativas y científicas a seguir largo tiempo después. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) adoptó los planteamientos de la Institución Libre de Enseñanza (ILE) y los de científicos prestigiosos como el premio Nobel Santiago Ramón y Cajal. La JAE sentó un precedente con la creación de un pequeño número de laboratorios, institutos y publicaciones científicas que cimentaría las bases para un modelo futuro de progreso en el ámbito de la ciencia.

Para finalizar, se discutirá la articulación entre las legislaciones educativas y científicas en la España contemporánea señalando tanto las dificultades y problemas encontrados como las oportunidades para la promoción de una ciudadanía científicamente culta.

## 2. Estudio comparativo de las leyes educativas en España

Las leyes de educación constituyen la normativa elemental que vertebra todo el sistema educativo. Aunque el trabajo de compilación de datos muestra que España está en permanente reforma educativa, en los doscientos últimos años solo realmente ha habido tres reformas relevantes. La reforma liberal de 1857, que transformó el sistema escolar del Antiguo Régimen; la reforma de 1970 que intentó modernizar la estructura del sistema educativo para adecuarlo a las necesidades de la sociedad del momento; y, finalmente, la reforma que se produjo en 1990 con la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), cuya estructura institucional se ha

mantenido hasta el día de hoy a través de las cambiantes legislaciones posteriores (Puelles Benítez: 2008).

En efecto, en nuestro país ha habido siete leyes educativas desde que en España se restableció la democracia, sin embargo, el estudio comparativo de la legislación educativa parte de una ley que se aprobó en los últimos años del franquismo (Tardofranquismo), esto es, la Ley General de Educación (LGE) de 1970 cuyo autor fue el Ministro de Educación Villar Palasí. Tras esta ley llegarán las siete leyes educativas de la etapa democrática, que concluirán con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013 del ministro José Ignacio Wert. Esta última ley ha sufrido las críticas de numerosos sectores de la sociedad y de la comunidad educativa, pues se la ha considerado un retroceso. En este apartado estableceremos las similitudes y las diferencias entre las leyes educativas junto con su evolución, para terminar con una valoración del conjunto legislativo, y especialmente de la normativa que está en vigor actualmente, la LOMCE.

Iniciado el año 1968, accede al Ministerio de Educación y Ciencia Villar Palasí, quien decide emprender una reforma educativa de gran calado para solventar los déficits de la educación universitaria. Por dicho motivo en 1969 se publica el Libro Blanco de la Educación, del cual se desprende la necesidad de creación de una educación básica obligatoria y gratuita que perdurase hasta los 14 años de edad de los y las estudiantes. Aunque la educación no sería obligatoriamente gratuita, en la práctica el Estado asumiría el hecho de la plena escolarización. Las principales motivaciones para la implantación de la LGE en 1970 fueron garantizar la escolarización del alumnado y romper con los esquemas obsoletos del pasado. Para ello, se reformaron los planes de estudio para su adaptación a los tiempos y se inició un tímido avance en la autonomía de los centros. Parte de la esencia de esta ley fue también la libertad de cátedra, la libertad de métodos y medios educativos y la libertad de participación (Damián Traverso: 1976).

La Ley Orgánica por la que se regula el Estatuto de Centros Escolares (LOECE) de 1980 se fraguó en la Transición durante los gobiernos de la Unión de Centro Democrático (UCD). De sus aspectos más importantes cabe destacar el estatuto del profesorado y la incorporación en el currículo de estudios de las lenguas cooficiales del Estado en sus respectivas comunidades autónomas. Su principal reto fue armonizar la legislación estatal con las recién creadas autonomías.

La Ley Orgánica reguladora del Derecho a la Educación (LODE) de 1985 fue la primera ley educativa del PSOE. Su principal fin era asegurar el derecho a la educación para el conjunto de la población. Esta ley establece tres tipos de centros: públicos, concertados y privados. Cuando la demanda de colegios e institutos públicos exceda el número establecido por la ley se acomodará a parte del alumnado a centros con régimen de conciertos.

A continuación nos encontramos ante la reforma educativa de mayor calado en la historia reciente de la España democrática actual, la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) de 1990, que ha sido la que más ha incidido en la cualificación del personal docente, la programación y la orientación profesional, la innovación y la investigación educativa, la equidad entre el alumnado y la no menos importante evaluación del sistema educativo. La LOGSE de 1990 tenía como objetivo promover una reforma de profundidad para adaptar el sistema educativo a los desafíos del futuro. Uno de sus pilares fue la descentralización de competencias del Estado hacia las autonomías; si bien se respetaron las competencias del primero en algunos ámbitos. Pero sin duda, su medida más conocida fue la universalización de la educación obligatoria y gratuita hasta los 16 años. La nueva estructuración del sistema educativo, la renovación profunda de la Formación Profesional, acercándola al mundo

productivo, y la implantación de las enseñanzas de régimen especial fueron otras de sus novedades (Ruiz Ruiz: 1992).

La LOGSE fue una ley polémica prácticamente desde el momento en el que comenzó a aplicarse. Tanto, que incluso sus propios impulsores llegaron a reconocer algunos fallos, o interpretaron la nueva Ley como un primer paso hacia una reforma educativa más ambiciosa, la que definitivamente iba a entusiasmar al renuente profesorado (Vicente Algueró: 2004). Este fue el camino que emprendió la Ley Orgánica de la Participación, la Evaluación y el Gobierno de centros docentes (LOPEG) de 1995, que trataba de dar un impulso a la comunidad educativa para regular su implicación en el gobierno de los centros docentes, al tiempo que consideraba fundamental la formación continua del profesorado y la innovación e investigación educativas.

La Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) de 2002, primera ley del PP y que nunca llegó a entrar en vigor, tenía como propósito disminuir la enorme cifra de abandono escolar temprano. Asimismo, pretendía ampliar la atención educativa a la población adulta a través de los CEPA (Centros de Enseñanza Permanente de Adultos). Entre sus objetivos estaba también la adaptación de la educación a las demandas del mercado. Los cambios anunciados por Pilar del Castillo, no obstante, fueron criticados de regresivos por atentar contra los principios de participación, libertad e igualdad del sistema educativo (Ruiz González: 2002).

La Ley Orgánica de Educación (LOE) de 2006, obra del Gobierno socialista de Zapatero, se enfrentó a numerosos retos: inexistencia de escolarización de 0 a 3 años, fracaso escolar en la ESO (Educación Secundaria Obligatoria), bajo nivel en las materias troncales corroborado por el informe PISA, aumento del alumnado migrante, escaso empleo de las TIC, bajo dominio de idiomas extranjeros, desmotivación del profesorado, acoso escolar, abismo existente entre la escuela española y la europea, y las nuevas perspectivas ofrecidas por la globalización. Por consiguiente, la LOE trató de dotar de estabilidad al sistema educativo y alcanzar la máxima calidad de la educación con la mayor equidad social posible (Puelles Benítez: 2008). Para ello se decidió implantar planes de mejora del aprendizaje de idiomas extranjeros (bilingüismo en inglés, francés, alemán e italiano en la enseñanza), al igual que se venía haciendo ya tiempo atrás en la Unión Europea. A pesar de sus aspectos positivos, también surgieron detractores en el espectro político conservador y la ley se enfrentó a un intenso debate en el Congreso (Delibes: 2005; Corroto: 2005).

Aunque la mencionada ley tuvo una importancia considerable, no duró mucho tiempo en vigor, así llegamos a la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013, la última reforma educativa que sigue aún vigente, y conocida popularmente con “ley Wert”. La LOMCE de 2013 pretendía hacer frente a los malos resultados del alumnado en lectura, matemáticas y ciencias. Otros problemas que abordaba eran la elevada tasa de abandono escolar en la ESO, el rechazo a los ciclos de FP (Formación Profesional) por parte del alumnado, el escaso nivel en lenguas extranjeras y las dificultades para compatibilizar la equidad con la atención a la excelencia (Iglesias de Ussel: 2014). Asimismo, la LOMCE (2013) destaca por su defensa de la libertad de la enseñanza y la importancia de los centros concertados (Vintanel Lucientes: 2017). Las controversias principales sobre esta ley giraron alrededor de temas como el aumento del poder del director en las escuelas españolas o la segregación de género en la educación (Aragón del Castillo, 2014). En lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias, mejorar el nivel de conocimiento en materias prioritarias o troncales, sobre todo en ciencia y tecnología, fue uno de los objetivos prioritarios de la LOMCE, junto con la resignificación de las TIC como herramientas esenciales para el aprendizaje (Ferrer Soria: 2014).

A modo de resumen de lo visto anteriormente, la estructura general del sistema educativo ha sufrido considerables cambios, puesto que la EGB (Enseñanza General Básica) implantada con la LGE de 1970 pasaría a convertirse en Educación Primaria y ESO (Enseñanza Secundaria Obligatoria) con la LOGSE en 1990, otorgando dos años más a la escolarización obligatoria, que cambiaba de los 14 a los 16 años de edad. El salto del colegio al instituto ahora es a los 12 años (a partir de la LOGSE), dado que antes se hacía a los 14, por lo que el impacto se notó especialmente en el periodo de implantación de la ley de 1990. La LOMCE no cambiaría la esencia de esta estructura, incluso no derogó partes de la LOE, simplemente las modificó, salvo en el caso de la Educación Primaria en la que eliminó los ciclos y reorganizó la asignatura de Conocimiento del Medio, reintroduciendo la distinción clásica entre Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. En cuanto a las novedades que incorpora cada ley, la LGE implementó la igualdad de oportunidades, la LOECE la libertad de cátedra, la LODE la tolerancia entre alumnos y alumnas y la libertad lingüística, la LOGSE la evaluación del sistema educativo, la LOPEG la regulación de la participación de la comunidad educativa, la LOCE el espíritu emprendedor, la LOE la cultura del esfuerzo y la LOMCE la mejora del rendimiento educativo en áreas prioritarias, lenguas extranjeras y la racionalización de la oferta educativa.

Como conclusión de este apartado se puede afirmar que las tres reformas esenciales en la historia de la educación en España son la Ley Moyano de 1857, la LGE de 1970 y la LOGSE de 1990.

Tras haber comparado las leyes educativas me centraré en algunos aspectos de la educación en ciencia en las dos últimas leyes educativas, la LOE y la LOMCE.

Comenzando por la LOE, algunos autores que han analizado el currículo oficial de la educación primaria en España en el marco de la LOE han señalado que sus prescripciones no sintonizaban adecuadamente con las entonces tendencias en Didáctica de las Ciencias (García Carmona: 2014).

En el caso de asignaturas científicas según el currículum LOE, como Química en ESO y en Bachillerato, el análisis de libros de texto ha encontrado también problemas, como la persistente dicotomía entre historia de la ciencia escolar e historia de la ciencia académica, más allá de la correspondiente adaptación didáctica. La historia de la química de los libros de texto es, en general, superficial y muy lejana al trabajo realizado desde la historia de la ciencia. El mito de una ciencia que se desarrolla linealmente, progresando a través de grandes descubrimientos y experimentos cruciales, se perpetúa al narrar la fundación de la química por Lavoisier o de la química orgánica por Wöhler, o los experimentos de la síntesis de la urea en el siglo XIX y el experimento de la lámina de oro y las partículas alfa en el siglo XX. También se ignoran otros elementos claves para la comprensión de la historia y actualidad de la ciencia, como el desarrollo y clausura de controversias, la coexistencia de diferentes modelos, la relevancia de los instrumentos científicos, o el papel de las mujeres en la historia de la química. Asimismo, las prácticas y saberes anteriores a la química científica si bien aparecen en ocasiones referenciados, como el caso de la alquimia, solo se consideran en relación con aquellos aspectos que resultaron beneficiosos para la química posterior. La educación sobre ciencia transmite una imagen lineal, teleológica, individualista, triunfalista e idealizada de la química. Esta imagen no solo se aleja de la proporcionada por la historiografía de la ciencia más reciente, sino también de lo que el propio currículo de la LOE establece, en la medida en la que promueve la enseñanza de las ciencias como actividades humanas colectivas, dinámicas, inscritas en un determinado contexto y generadoras de un conocimiento tentativo, hipotético y en construcción (Moreno Martínez: 2017).

La transición hacia la LOMCE supuso un cambio mínimo en lo referente a la educación en ciencia, pues las reformas introducidas no son apenas significativas a excepción

del cambio de algunos nombres de asignaturas en Educación Primaria y algunas concreciones curriculares, pese al énfasis general de la legislación en el objetivo de mejorar la enseñanza de las disciplinas científicas. Verde Romera (2017) analizó un tema de ciencias de educación primaria de un texto LOE (Conocimiento del Medio) y uno de Ciencias de la Naturaleza con la normativa actual (LOMCE), valorando el grado de desarrollo de la competencia científica y los cambios entre las dos legislaciones, encontrando que tanto los libros de texto LOE como LOMCE favorecen un aprendizaje memorístico y poco orientando hacia la investigación del alumnado. En el mismo sentido, el estudio de Delgado Iglesias (2018) sobre la incorporación de la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en el actual currículo oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Educación Primaria, concluye que esta perspectiva está presente aunque de forma insuficiente, al igual que ocurría en el anterior currículo de la LOE, e identifica incluso algunos retrocesos, como los referidos a los límites e impactos de la ciencia y la tecnología sobre el medio ambiente y la sociedad.

En definitiva, la historia de la legislación sobre educación en España y, en concreto, sobre el marco en el que se desarrolla la educación en ciencia, es la historia de un empeño por incrementar las competencias científicas básicas de la ciudadanía general, tarea limitada por las dificultades en la implementación de metodologías didácticas adecuadas a la misma.

## 3. Las dos leyes de ciencia

La Guerra Civil y la posguerra significaron el final de la Edad de Plata de la ciencia española del siglo XX que se había desarrollado durante el primer tercio de siglo. A los procesos de purgas en el ámbito académico, como el despido masivo o ejecución de profesores, se le añaden los problemas derivados de la reestructuración económica desde los años 1940 (la autarquía), y la reorganización doctrinal del nuevo régimen surgido tras el golpe de Estado del 18 de julio de 1936 (Ribagorda: 2017). Bajo la coordinación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto Nacional de Industria (INI) se abriría un nuevo periodo en la historia de la ciencia en nuestro país que supondría un respaldo a las ciencias aplicadas reflejado en una serie de meras declaraciones organizativas que consolidaban un esfuerzo insuficiente en cuanto a la inversión económica y a la labor científica en términos productivos. Las oportunidades perdidas por el franquismo fueron considerablemente dañinas para el desarrollo de la ciencia en nuestro país. A pesar de la creación del CSIC en 1939 (con el ministro de Educación José Ibáñez Martín como su presidente) sobre los restos de la Junta de Ampliación de Estudios (JAE), comienza entonces una época de oscuridad para la ciencia (Ribagorda: 2017). La JAE se había fundado en 1907 en el marco de la Institución Libre de Enseñanza, con el objetivo de promover la investigación y la educación científica en España y de terminar con el aislamiento de la ciencia española para colocarla en el contexto internacional. La JAE amparó acciones como la dotación de becas para estudiar en el extranjero y la creación de laboratorios y centros de investigación.

El recién creado CSIC aglutinó en 1939 todos los centros de la JAE, disuelta durante la guerra, pero no recuperó su sistema de becas y programas públicos de apoyo a la ciencia. Las instituciones científicas y las universidades son dos grandes perdedoras del conflicto bélico, puesto que ambas se enfrentaron a una depuración hasta entonces desconocida en la historia de España y tardarían muchos años en comenzar su proceso de recuperación.

La planificación de la Ley de Ciencia de 1986 no comenzaría su andadura hasta la llegada al poder de los socialistas en 1982, dado que tras los Pactos de la Moncloa, la priorización de las reformas políticas de la Unión de Centro Democrático (UCD) durante la Transición a la democracia supuso que se abandonasen las reformas en el

ámbito social, económico y científico-educativo (Romero De Pablos y Santesmases: 2008). La intención de los gobiernos de UCD era posponer las reformas antes mencionadas para centrarse en las de ámbito político, para así modernizar al país en aspectos jurídicos, ya que querían integrar a nuestra nación en el contexto internacional y europeo de la época, para conseguir poner fin a cuatro décadas de aislamiento provocado por el régimen franquista de cara al exterior (Romero De Pablos y Santesmases: 2008).

Por tanto, a partir del primer cambio de gobierno (1982), y fruto de la política científica desarrollada por el Gobierno socialista presidido por Felipe González, se reactivó la política científica con el procedimiento para la creación y funcionamiento de Institutos y Centros del CSIC directamente vinculados a programas nacionales de investigación científica y tecnológica establecidos por órdenes ministeriales bajo el amparo de un Real Decreto de 1984 (Romero De Pablos y Santesmases: 2008). Este fue un paso trascendental para el futuro progreso de la Ley de Ciencia de 1986, promulgada siendo José María Maravall ministro de Educación y Ciencia. Además, se alcanzaban los principales objetivos en la política de I+D de la época. A partir de 1992 la constitucionalidad de esta ley dictada por el Tribunal Constitucional daría paso a que las diferentes autonomías la aplicasen en sus respectivas normativas.

La principal intención del gobierno del presidente González era incentivar la investigación científica y tecnológica para lograr uno de los objetivos más ansiados por la ciudadanía española, la modernización del país (Romero De Pablos y Santesmases: 2008). Para ello crearía un presupuesto único para la investigación científica y técnica, concretaría un marco legal sancionado por la nueva ley, y culminaría la consolidación institucional ideada en el marco normativo. El objetivo era pues superar el atasco histórico que se produjo en la etapa predemocrática (1939-1975), así como en el primer decenio democrático (1975-1985). Las principales deficiencias se estimaban en cuanto a la inversión en ciencia, pero también en lo referente a la educación, que serviría para mejorar la cualificación de la población española, para así lograr un considerable aumento de la productividad y de la renta del ciudadano medio. La labor organizativa giraba en torno a la política de I+D; no obstante, la fragmentación del presupuesto entre los distintos departamentos implicados provocó la ralentización en la consecución de los objetivos a medio plazo.

A pesar de ello, la ley consiguió un consenso notable sobre cómo abordar los siguientes puntos:

-Escaso nivel de inversión y de capital humano.

-Falta de coordinación en las actividades organizativas.

-Carencias a la hora de gestionar los presupuestos de los que se disponía.

-Inexistente participación del sector privado en el proceso.

-Nula convicción en cuanto a equiparar nuestro sistema científico de I+D al europeo.

Para continuar con la implementación de la ley se decidió la creación de una Comisión Interministerial de la Ciencia y la Tecnología (CICYT). Al mismo tiempo, el Consejo Asesor de la Ciencia y la Tecnología coordinaba a las comunidades autónomas con el Estado para lograr la mayor eficiencia posible en el cumplimiento y desarrollo de los objetivos previstos en la normativa (Muñoz: 2007). Además, en la regulación introducida por la norma citada se desarrolla el origen de la Secretaria General de la CICYT con el propósito de dotar al Plan Nacional de I+D de una gestión centralizada.

El papel del legislativo consistió en el establecimiento de una Comisión Mixta Congreso-Senado de Ciencia y Tecnología, que se vio paralizada cuando se produjo la alternancia del gobierno tras el cambio de la mayoría parlamentaria. Por otro lado, la actividad de la CICYT apenas tuvo impacto en la esfera de la opinión pública, dado

que su modo de operar casi en secreto y con notable discreción, llevaría a este organismo a perder su influencia. No obstante, su comisión permanente constituyó durante sus primeros años de actividad el eje del diálogo entre los Ministerios de Educación y Ciencia, Industria, y Hacienda (Muñoz: 2007).

La Ley de Ciencia de 1986 estableció que el Plan Nacional es el método de promoción y desarrollo del ámbito científico y tecnológico (Muñoz: 2007). De hecho, son los planes nacionales su instrumento más relevante, ya que engloban la totalidad de las actuaciones a seguir en los asuntos de ciencia y tecnología aplicados con fines políticos y encuadrados en el marco normativo entonces vigente.

La parte negativa de esta ley fue la incapacidad de promover la innovación empresarial, el desarrollo de las carreras científicas y técnicas, y en definitiva, alcanzar un equilibrio entre el modelo español y el modelo europeo, en vista de que la ley fue aprobada el mismo año que entrábamos en la entonces Comunidad Económica Europea (CEE). Al factor europeo hay que sumarle la vertiente autonómica, que junto con las carencias antes citadas se llegaría a plantear en 2010 que la ley de 1986 estaba obsoleta. Sin embargo, hemos de tener presente que la ley científica de 1986 sentó un precedente en la historia reciente de nuestro país, pues, como he mencionado antes, ha servido para incluir en la agenda del gobierno, las empresas y la ciudadanía el tema de la inversión en el ámbito científico y técnico.

Desde la Ley 13/1986 hasta la Ley 14/2011 (Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, LCTI), sucedieron numerosas transformaciones en diversos ámbitos, entre las cuales las esenciales han sido: un notable cambio del modelo productivo en el que la industria se ve sustituida por las nuevas tecnologías; la creciente dimensión europea, dado nuestro ingreso en la Unión Europea en el año 1986 y la posterior asimilación de las leyes europeas por parte de nuestro país; el desarrollo del sistema autonómico con la cesión de competencias a las comunidades; la consolidación de la comunidad científica como un valor de progreso económico y social; y el crecimiento del sistema de ciencia e innovación. Además de conocer nuestro sistema, hemos de saber sus limitaciones, pues el impacto y los efectos -en todos los ámbitos de la sociedad- que han tenido las nuevas tecnologías de la información han concebido y revalorado principios, valores y objetivos, motivo por el cual ante un nuevo paradigma, como es la sociedad de la información, resulta esencial visualizar principios, reglas y normas que respondan adecuadamente a las exigencias de esta nueva época (Nájera Montiel: 2016).

Por otra parte, los principales retos de la LCTI de 2011 consistieron en incrementar la financiación de proyectos por parte de las empresas, la internacionalización a causa de una economía globalizada, la flexibilidad, la colaboración entre instituciones públicas y privadas, y el aumento en la inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). Para ello se creó la Agencia Estatal de Investigación, los contratos predoctorales (4 años de preparación de la tesis doctoral, 6 años si son discapacitados) y una nueva regulación de los Organismos Públicos de Investigación (OPIs). En el ámbito de articulación del sistema está la Administración General del Estado (AGE), las CCAA, las universidades y los OPIs. Para todo ello hemos de tener en cuenta el valor humano y el impacto de los avances científicos, por tanto, es evidente el papel esencial que ahora juega el conocimiento, la información y el proceso de comunicación, cuando se dice que la actual época ha sido denominada doctrinalmente como la sociedad de la información; paradigma que es caracterizado por la creación, presencia y mutación de una serie de problemáticas vinculadas a instituciones de peso relevante, como son: el conocimiento, la información, la comunicación, la globalización, la ciencia, la noción del tiempo y la tecnología (Nájera Montiel: 2016).

La Ley LCTI de 2011 no solo supuso una mejora y actualización de la anterior ley de la ciencia de 1986, puesto que también sirvió para mejorar la Ley Orgánica 6/2001 de universidades, sobre todo en los aspectos de creación de alianzas estratégicas de excelencia, reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual e industrial de las universidades, los profesores de facultades podrán ocupar puestos de trabajo en los OPIs, los doctores de OPIs podrán dirigir tesis doctorales, así como la financiación de las escuelas de doctorado. Todo ello con el respaldo de los Presupuestos Generales del Estado (PGE).

No obstante, las evaluaciones sobre el impacto y relevancia de las reformas introducidas en la nueva ley no son unánimes. Durante los años previos a la promulgación de la nueva ley, el gobierno socialista de José Luis Rodríguez Zapatero (de 2004 a 2011) aumentó el gasto en investigación científica de manera considerable e incorporó la innovación para su futuro desarrollo en la ley de 2011. Sin embargo, mientras que la LCTI de 2011 ha sido defendida por algunos como una mejora sustancial con respecto a la anterior ley de 1986, sobre todo en el contexto internacional y europeo, algunos expertos apuntan a que la nueva ley de ciencia es un parche más que no cambia apenas la legislación española en materia de I+D. Nos encontraríamos ante una reforma limitada que no actualiza lo suficiente el modelo científico de 1986, pese a introducir algunas reformas. La reforma nace en “tiempos de crisis”, tras ser programada por el Gobierno en 2008, llegaría en 2010 ya redactada al Congreso de los Diputados, donde estaría sometida un año a debate, incluyendo un mes y medio en el Senado.

No obstante, el padre de esta ley, el secretario de Estado de Investigación Felipe Pétriz ha señalado que, aunque la reforma no tenga el suficiente calado, se abren numerosos caminos de oportunidades para introducir nuevos reglamentos con el fin de mejorar dicha normativa. Por tanto, la nueva ley no transforma el modelo, pero soluciona viejos problemas, resolviendo favorablemente algunas aspiraciones de la comunidad científica. Sin embargo, para las sociedades científicas no es el paso adelante que deseaban, frenando el optimismo de los partidos políticos; por otro lado, los jóvenes investigadores opinan que es una ley efectiva, valorándola positivamente en su conjunto, aunque observan algunas carencias.

La Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación se articula en torno a cuatro grandes apartados que abarcan la gobernanza, los recursos humanos, la transferencia de resultados de investigación y las agencias de financiación.

Sus características son:

-Carrera profesional unificada: Las diversas escalas funcionariales de los científicos de los organismos públicos de investigación (OPI) se unifican en tres, comparables a las del Consejo Superior de Investigaciones Científicas: profesor de investigación, investigador científico y científico titular.

-Contratos. Tres nuevos tipos de contrato laboral se recogen en la ley: uno para realizar la tesis doctoral (de cuatro años máximo); otro denominado de acceso (de cinco años) y otro de investigador distinguido para científicos "de reconocido prestigio" que puedan ocupar cargos clave de dirección o de programas "de gran relevancia" (puede ser indefinido).

-Gobernanza. Se crea la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y la Estrategia Española de Innovación, como marcos normativos de referencia plurianual para "alcanzar un conjunto de objetivos generales compartidos por todas las Administraciones" con competencias en I+D+i.

-Agencias de financiación. Se establecen dos agencias de financiación pública del sistema: el ya existente Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y una nueva Agencia Estatal de Investigación.

-Innovación. Destaca en la nueva ley de la ciencia el peso que adquiere la innovación (ausente en la ley de 1986).

-Movilidad e integración. La movilidad de los científicos entre los diferentes centros públicos de investigación y entre estos y la empresa privada se agiliza y facilita notablemente con la nueva ley, ampliando a su vez la investigación en universidades y en el ámbito sanitario. Uno de los temas más en boga en el ámbito universitario y en el tecnológico es el de la transferencia de resultados de investigación desde los organismos públicos de investigación al sector productivo. Tanto la Ley de Economía Sostenible como la LCTI insisten en la importancia de la transferencia como nueva misión de la universidad, regulando de una manera novedosa determinados aspectos relacionados con la misma.

En definitiva, las leyes de ciencia promulgadas en el Estado español han tenido la finalidad de fortalecer el sistema de ciencia, tecnología e innovación, colocando las bases de su planificación estratégica, contribuyendo a su internacionalización y a estrechar los nexos con el sistema productivo, y definiendo la carrera científica.

## 4. La articulación entre educación y ciencia

Las leyes científicas se desarrollan en paralelo a cada reforma educativa, pero de forma independiente con respecto a ellas. Las referencias cruzadas pueden rastrearse, no obstante, en algunos ámbitos. Las reformas en el ámbito educativo expresan en ocasiones una especial atención, en el aspecto curricular, a las materias relacionadas con la ciencia. Aún más, en la LOMCE, el empeño en la priorización de las materias científicas se concreta a menudo en detrimento de las materias humanísticas. Por tanto, bajo ningún concepto se dan la espalda las leyes educativas y las científicas, pues esta última ley educativa tiene un claro sesgo, que consiste en marginar a las letras. Asignaturas como Latín, Griego y Filosofía son sistemáticamente marginadas de los currículos educativos y establecidas como materias optativas, es decir, no troncales, con lo cual si el alumnado opta por otro itinerario nunca las podrá conocer. Al contrario que en el Reino Unido, donde el caso del Latín es muy diferente al de nuestro país, puesto que allí esta asignatura es considerada como obligatoria en todos los cursos de la Educación Secundaria y lo que se correspondería con el Bachillerato en España. Sin embargo, se aprecian algunas disonancias entre la ley científica de 2011 y la LOMCE de 2013. Mientras que la LCTI trata de aumentar la importancia de la cultura científica, la inversión en ciencia y la internacionalización del saber científico; al mismo tiempo la ley Wert, aunque invierte más esfuerzos en las materias científicas (Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología, Tecnología) que las leyes educativas anteriores, centra sus intereses en ampliar los planes bilingües en inglés, francés, alemán e italiano (las consideradas lenguas prioritarias en la UE), para dar oportunidad al aprendizaje lingüístico con el fin de conseguir estudiantes bien formados tanto en nuestro país como en el exterior y que tengan la oportunidad de estudiar en el extranjero con un buen nivel de idiomas en los ámbitos comunicativos hablados y escritos. El objetivo de mejorar el rendimiento en ciencias, no obstante, no se ve respaldado por los datos, ya que el último informe PISA revela que el alumnado español ha ido empeorando paulatinamente sus resultados tanto en ciencias como en matemáticas en los últimos años.[1]

En general, las leyes sobre educación y las leyes sobre ciencia, en efecto, se han desarrollado de forma independiente y sin establecer nexos entre las mismas. Por una

[1] Europa Press, "España empeora en matemáticas y ciencias en el Informe PISA, situándose por debajo de la media de los países de la OCDE", 03/12/2019 https://www.europapress.es/sociedad/educacion-00468/noticia-espana-empeora-matematicas-ciencias-informe-pisa-situandose-debajo-media-paises-ocde-20191203085939.html

parte, las leyes educativas han ido evolucionando en diferentes intentos de combinar la garantía de una educación igualitaria y de calidad con la del fomento de la excelencia y la preparación de los y las jóvenes para las demandas (en términos conocimientos, actitudes y productividad, no siempre en el mismo orden de prioridad) de una sociedad que ha ido cambiando desde los años 70 hasta nuestros días. Por su parte, las leyes de ciencia trataban de consolidar un sistema de ciencia y tecnología estatal estableciendo el marco de su organización, financiación y relaciones con otros ámbitos como el productivo o la sociedad en general (a partir de la LCTI de 2011). La idea de que la ciencia y la educación están íntimamente relacionadas, no obstante, es una idea subyacente y persistente en la organización política en la historia democrática reciente de nuestro país, y que se refleja en que ambas tradicionalmente han estado reunidas bajo el mismo ministerio, un Ministerio de Educación y Ciencia. Sin embargo, no siempre ha sido así, y en la historia de la unión y la separación de la educación y la ciencia puede rastrearse las ideas que los diferentes gobiernos promovían sobre sus relaciones mutuas. Tras una primera etapa durante la transición de unidad en el Ministerio de Educación y Ciencia, en 1979, durante el tercer mandato de Adolfo Suárez, educación y ciencia se separaron en dos ministerios diferentes, uno de Educación y otro de Universidades e Investigación. Calvo Sotelo fusionaría de nuevo las competencias educativas y científicas, en un Ministerio de Educación, Universidades e Investigación que volvería a denominarse de Educación y Ciencia en 1982, nombre que se mantuvo durante la totalidad del periodo de Gobierno socialista de Felipe González. En cambio, entre 1996 y 2000 (primer gobierno de los populares de Aznar), pasa a ser Ministerio de Educación y Cultura, aunque también asumía las competencias en ciencia, por lo que estas no estaban separadas de la educación. Sin embargo, en el periodo del segundo gobierno del PP (2000-2004) la educación se ubicaría en el nuevo Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y se crearía un nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología. No obstante, tras la victoria del PSOE de Zapatero, su primer gobierno (2004-2008) volverá a unir los Ministerios de Educación y Ciencia, para dar paso en el segundo mandato a un cambio notable que se inicia con la incorporación a Educación de Política Social y Deporte, para el año siguiente separarse por completo en un solo Ministerio de Educación y otro para Ciencia (Ministerio de Ciencia e Innovación) hasta el final del mandato (2009-2011). El gobierno de los populares de 2011 a 2018 (esta vez encabezado por Rajoy) mantendrá un Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, igual que en el segundo mandato de Aznar, y adscribirá las competencias en ciencia al Ministerio de Economía y Competitividad, subrayado claramente la relación de la investigación con el sistema productivo. Con el nuevo presidente tras la moción de censura de 2018, Pedro Sánchez, la ciencia saldrá del Ministerio de Economía de nuevo, pero no para reunirse con la educación, sino para ubicarse en un Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades separado del Ministerio de Educación y Formación Profesional. En el nuevo gobierno recién formado en enero de 2020, la fragmentación se acentúa con tres ministerios distintos, uno de Educación y Formación Profesional, otro de Ciencia e Innovación y un tercero de Universidades. En resumen, todo ello prueba el ir y venir de las políticas de educación y ciencia y las dificultades encontradas en lograr una articulación adecuada entre ambas. Mientras la ubicación de la ciencia bascula entre posiciones más cercanas a la educación o posiciones más cercanas al sistema productivo, la educación pasa de concentrarse en un solo ministerio a trocearse dependiendo del nivel (primaria, secundaria, universitaria, profesional…). Dado que una crítica habitual de los ejecutivos que separaban educación y ciencia tenía que ver con las dificultades de gestionar las universidades, cuyos asuntos quedaban divididos en dos ministerios (en uno los relacionados con la educación superior y en otro los relacionados con la investigación universitaria), la solución más reciente ha sido la de separar la educación universitaria del resto del sistema educativo, con los problemas adicionales que también esto conlleva.

En relación con los aspectos educativos de las leyes científicas, la Ley de ciencia de 2011 presenta una novedad importante en esta articulación entre ciencia y educación, al hacer referencia explícita a la educación en relación con el objetivo de promover la cultura científica entre la ciudadanía, una referencia que estaba ausente en la ley original de ciencia de 1986 (tanto la referencia a la educación como a la cultura científica). En su Preámbulo, la LCTI reconoce el papel esencial de las actividades de divulgación y de cultura científica y tecnológica dentro de la carrera investigadora, incorporando como parte de las tareas de la comunidad investigadora las relacionadas con el fomento de la comprensión y la percepción social de la ciencia, la tecnología y la innovación, y la promoción de la participación ciudadana en estos ámbitos. Del mismo modo, la LCTI también establece la inclusión de medidas destinadas a favorecer la cultura científica dentro de los planes estatales de ciencia y tecnología. En este contexto, la educación aparece, junto con la formación y la divulgación, como uno de los medios para promover la cultura científica, tecnológica e innovadora. El artículo 38 de la citada ley establece, así mismo, que la cultura científica, tecnológica e innovadora ha de incorporarse como eje transversal en todo el sistema educativo. Se trata esta de la referencia más explícita que podemos encontrar en la legislación sobre política científica en el estado español en referencia a la educación, y es reseñable que no se trate de la educación de las siguientes generaciones de personas que se dedicarán a la ciencia o de la educación en el contexto del fomento de vocaciones científicas, sino de la necesaria formación en ciencia que debe alcanzar a la ciudadanía general con el fin de favorecer la toma de decisiones informada y la participación en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología que tienen una creciente presencia en el mundo contemporáneo.

Hay diferentes formas de introducir la cultura científica como eje transversal en el sistema educativo. Básicamente, puede hacerse a través de asignaturas específicas o incorporando temas de las relaciones entre ciencia y sociedad dentro de asignaturas ya existentes de ciencias. En un caso se trata de formar a la ciudadanía general, independientemente de que vayan a cursar o no materias de ciencias durante su formación avanzada. En el segundo caso se trataría de incluir en la propia formación científica cuestiones relacionadas con la contextualización, impactos y relevancia social de los contenidos impartidos.

En el primer sentido, algunas de las leyes educativas introdujeron asignaturas encaminadas a la promoción de la cultura científica en la enseñanza secundaria, entendiendo esta no únicamente como alfabetización científica general, sino como capacitación crítica para una ciudadanía que habita un mundo tecnocientífico. Las asignaturas “Ciencia, Tecnología y Sociedad” de 1993 (en el marco de la LOGSE) y “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” de 2008 fueron creadas por el Ministerio de Educación y Ciencia en dos periodos distintos de los gobiernos socialistas (el primero de González y el segundo de Zapatero), y de manera muy acertada vincularon los estudios de la ciencia a las necesidades de la sociedad y a su avance, así como el de la revolución tecnológica que se avecinaba (Martín Gordillo: 2018). La asignatura “Ciencia, tecnología y sociedad” pretendía proporcionar “un escenario para reflexionar sobre los fenómenos sociales y las condiciones de la existencia humana desde la perspectiva de la ciencia y la técnica, así como para analizar las dimensiones sociales del desarrollo tecnológico” (Ministerio de Educación y Ciencia, 1993), con una clara vocación interdisciplinar, un espíritu que heredó la asignatura “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”. Sin embargo, la LOMCE traerá su definitiva sustitución por una asignatura “Cultura Científica” en 2013, una asignatura optativa con mucho menos énfasis en las cuestiones transversales y las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Aunque la denominación de esta asignatura resultó prometedora, los docentes y especialmente los de ciencias echan en falta las antiguas versiones de una asignatura común en los bachilleratos que trataba de ampliar el conocimiento científico en el alumnado y por extensión a la futura sociedad (Martín Gordillo: 2018).

No obstante, la aparición de este tipo de asignaturas en la educación secundaria ha facilitado el desarrollo de iniciativas pedagógicas muy interesantes desde el punto de vista de la promoción de una cultura científica con enfoque CTS desde dentro de la educación formal. Es el caso de la metodología de los “casos simulados” promovida por el Grupo Argo. A través de esta metodología se promueve la formación crítica del alumnado en ciencia, tecnología y sus contextos e impactos sociales, mediante la discusión de controversias científicas simuladas (Martín Gordillo: 2003). Algunas de sus temáticas son las siguientes:

-Fuentes energéticas y sostenibilidad: trata sobre los resultados que producen en el medio ambiente las plataformas petrolíferas, nocivos para los mares, la fauna, la flora, y el ser humano. Sirve para concienciar sobre los desastres ecológicos.

-Radiaciones ionizantes y vida cotidiana: trata de poner sobre aviso a las personas, especialmente a los jóvenes sobre la contaminación y los perjuicios en la salud que causan los aparatos tecnológicos centrándose en las antenas de los teléfonos móviles.

-La investigación sobre vacunas: trata de concienciar acerca de la importancia de prevenir enfermedades contagiosas como el SIDA, buscando a través de los laboratorios posibles curas para esta enfermedad que es devastadora fundamentalmente en el tercer mundo.

-Farmacología y valoración social: centra sus ideas en el combate contra el dopaje en el deporte profesional, así como en la autoestima de los deportistas.

-Automatización, empleo y alimentación: hace una crítica a los establecimientos de comida rápida y pone en tela de juicio su modelo alimentario importado desde los Estados Unidos.

-Desarrollo urbanístico y participación social: se basa en la lucha por la conservación del patrimonio histórico y el avance del urbanismo para la clase media.

Este tipo de metodologías pedagógicas, como los “casos simulados”, entienden la alfabetización científica como un proceso de investigación guiada que permita al alumnado aventurarse a construir su conocimiento científico enfrentándose a problemas reales, para así favorecer el aprendizaje significativo y eficiente (Duschl, Gitomer: 1991). Otras metodologías utilizan también controversias sociocientíficas para trabajar la alfabetización en el aula de ciencias, pero a partir de la selección de noticias controvertidas. Es el caso del estudio de Díaz-Moreno (2019), que desarrolló indicadores de controversias sociocientíficas a través de una metodología mixta: cuantitativa y cualitativa. El objetivo de su trabajo era el de obtener criterios de selección para noticias controvertidas sobre ciencia y tecnología para su uso en el aula. Los posibles indicadores se aplicaron a una temática controvertida local, el tema del agua en Almería (España), con la finalidad de verificar si la temática constituía o no una controversia sociocientífica. Los resultados de su trabajo “aportan cuatro indicadores de controversias sociocientíficas que pueden ser fácilmente extrapolados a otras temáticas controvertidas que aparezcan en la prensa local y que permiten estudiar estos problemas relacionados con la ciencia socialmente relevantes que afectan y rodean a la ciudadanía” (Díaz-Moreno: 2019).

Sin embargo, a pesar de que los resultados de todas estas iniciativas y su apoyo en las legislaciones educativas y científicas no son ni mucho menos totalmente satisfactorios, la sociedad está de acuerdo en la importancia de profundizar en la alfabetización científica de los y las estudiantes, sin olvidar a la población en general. El bajo nivel del alumnado en ciencia y la desmotivación son las dos principales causas de la imposibilidad de lograr dicho objetivo (Cañal de León: 2004).

El hecho de conocer lo que comemos, el medio ambiente y su cuidado, los alimentos ecológicos frente a los transgénicos, la importancia de las vacunas, todo ello pertenece al dominio de la alfabetización científica, por tanto es esencial su conocimiento, para prevenir posibles conductas erróneas en nuestra vida cotidiana, así como para evitar ser influenciados por consejos malintencionados en estos ámbitos. En ello la educación es un pilar básico. No solo dentro de la enseñanza de las ciencias, sino en la formación general, la alfabetización científica constituye un objetivo prioritario, tal y como aparece reflejado en los últimos currículos internacionales.

## 5. Conclusiones

Cada una de las leyes educativas españolas se asemeja más a una pequeña modificación de la anterior que a una ley completamente nueva. Una vez examinadas las distintas leyes, observamos que en cada reforma se emplea gran parte del contenido precedente. Por lo tanto, los cambios entre unas leyes y otras son escasos, aunque sí es cierto que cambian la terminología léxica. No obstante, algunos cambios sí son significativos; como por ejemplo en la LOMCE cuando se habla de modificar el funcionamiento interno del centro cambiando las competencias de sus órganos de gobierno. Dicho cambio fue defendido por el entonces ministro de Educación con las siguientes palabras: “La comunidad educativa no puede ser una comunidad democrática, porque el proceso educativo no es democrático” (Wert Ortega: 2010).

Los cambios fundamentales de la legislación educativa en nuestro país a partir de la Ley Moyano de 1857, fueron la LGE de 1970 y la LOGSE de 1990; el resto, fueron reformas de menor importancia hasta la actual LOMCE. Unas por no llegar a entrar en vigor (LOCE), otras por su vinculación a la LOGSE (LODE y LOPEG). En el caso de la LOE por su corto periodo de vigencia, ya que sería sustituida por la LOMCE que es la ley actual. En realidad, los grandes modelos del sistema educativo español en los últimos 50 años han sido dos, el de la EGB que implantó la LGE y el de la ESO que implantó la LOGSE. El resto son retoques de la LOGSE (Tiana Ferrer: 2013).

La LOCE de 2002 que no llegó a entrar en vigor sirvió de inspiración a la LOMCE de 2013, pues muchos de los objetivos de la primera fueron llevados a cabo por la segunda, como la elección del director y la eliminación de la selectividad (actualmente EBAU). Sin embargo, la LOMCE es un regreso al pasado en muchos aspectos y ha logrado unir a partidos opositores, docentes, padres y madres, además de la sociedad en general, dado su rechazo a esta ley. A la LOMCE se la conoce como ley Wert porque se trataba del empeño de una persona, el ministro de Educación, en vez de la idea de todo el partido que lo sustentaba.

Finalmente, las reformas educativas de mayor calado siempre han estado respaldadas por fuertes inversiones económicas; algo que en época de recortes y con una crisis económica en el horizonte, no resulta el mejor de los escenarios para una nueva reforma educativa.

Sobre la ciencia en la educación, podemos decir que a lo largo de la historia de las diferentes leyes educativas, se ha promovido el aprendizaje de contenidos científicos pero no se han incorporado los contenidos procedimentales y actitudinales necesarios para que la educación en ciencia promueva una ciudadanía con conocimiento y capacidad de decisión y crítica en los ámbitos científicos y técnicos, es decir, una auténtica cultura científica como defiende la nueva Ley de Ciencia de 2011 (Pérez Cáceres: 2017).

Para concluir, he de subrayar que este trabajo ha consistido en combinar la evolución de las diferentes leyes educativas en su contexto, haciendo mayor hincapié en las más recientes, con la importancia de las dos leyes científicas que supusieron un notable avance para el sistema de ciencia e innovación. No obstante, la necesaria articulación

entre ciencia y educación no se ha producido en nuestro país, dado que las políticas científicas y educativas se han dado la espalda pese a convivir duranta la mayor parte del tiempo en el contexto de la organización ministerial de los sucesivos gobiernos. Este hecho ha condicionado la parte fundamental del proyecto en el que se observa un análisis pormenorizado de los ámbitos educativo y científico. No obstante, aparecen algunos indicios de esta articulación, como la importancia de la educación para el fomento de la cultura científica general de la ciudadanía, promovido en la última ley de ciencia de 2011. El esfuerzo conjunto tanto de las políticas educativas como científicas es necesario para que estas iniciativas puedan tener éxito.

## 6. Bibliografía


- ARAGON DEL CASTILLO, A., (2014): La repercusión de la LOMCE. *Revista electrónica de investigación y docencia creativa*, Vol. 3, 2014, págs. 78-81.
- BARONA VILAR, S., (2019): Inteligencia artificial o la algoritmización de la vida y de la justicia: ¿solución o problema? *Revista Boliviana de Derecho*, ISSN-e 2070-8157, Nº. 28, págs. 18-49.
- BARRIOS CARLES, M., GODOY, M., (2014): La LOMCE desahuciará las clases. *Revista electrónica de investigación y docencia creativa*, VOl. 3, págs. 69-72.
- BIAGIOLI, M. (2008): *Galileo cortesano. La práctica de la ciencia en la cultura del absolutismo*, Buenos Aires, Katz.
- BORJABAD GONZALO, P., (1983): El estatuto de centros escolares (LOECE) y las cooperativas de enseñanza. *Estudios cooperativos,* ISSN 0425-3485, Nº. 51, 1983, págs. 199-218.
- BRYSON, B. (2016): *Una breve historia de casi todo*. RBA Editores.
- BURKE, P. (2000): *Formas de Historia cultural*, Madrid, Alianza.
- CANTON, J. (2002): *The Extreme Future: The Top Trends That Will Reshape the World in the Next 20 Years.* Ed, Plume.
- CAÑAL DE LEON, P., (2009): *La alfabetización científica en la infancia. Hacemos ciencia en la escuela: experiencias y descubrimientos* / coord. por Rosa Abellana, ISBN 978-84-7827-679-0, págs. 43-50.
- CARSON, R. (2010): *Primavera silenciosa*, Barcelona, Crítica.
- CORNISH, E. (2016): *Futuring: The Exploration of the Future.* World Future Society.
- CORROTO, P., (2005): LOE, en busca del pacto. *Cambio 16*, ISSN 0211-285X, Nº. 1764 (SEP 26), págs. 44-46.
- COSTAS RUIZ DEL PORTAL, I., (2011): Participación de los investigadores en los resultados de la investigación: el entorno legal: proyectos de Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación y de la Ley de Economía Sostenible (1). *Diario La Ley*, ISSN 1989-6913, Nº 7615, 2011.
- DAMIAN TRAVERSO, J., (1976): *La libertad en la Ley General de Educación.* Tesis doctoral dirigida por Eduardo García de Enterría Martínez-Carande (dir. tes.). Universidad Complutense de Madrid (1976).
- DAROS, W. R., (2009): Importa que la educación sea “ciencia de la educación”. *Diálogos pedagógicos*, ISSN 1667-2003, Vol. 7, Nº. 14, 2009, págs. 11-28.
- DELGADO IGLESIAS, J., (2018): ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología- Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, ISSN-e 1697-011X, Vol. 15, Nº. 1, 2018, pág. 1101.
- DIAZ-MORENO, N., (2019): Caracterizando controversias sociocientíficas en la prensa escrita. Una herramienta para el desarrollo de la alfabetización

científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, ISSN-e 1697-011X, Vol. 16, Nº. 1, pág. 1102.
- DIEZ BUESO, L., (2013): La Gobernanza del sistema español de ciencia, tecnología e innovación. *Revista de bioética y derecho*, ISSN-e 1886-5887, Nº. 28, 2013, págs. 20-32.
- DYSON, F. (2008): *El científico rebelde,* Barcelona, Debolsillo.
- ESCOLANO BENITO, A. (2002): *La educación en la España contemporánea. Políticas educativas, escolarización y culturas pedagógicas*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- ESPIN MARTIN, M., (2011): Ciencia, técnica, ideología, globalidad e igualdad. *Revista de Estudios de Juventud*, ISSN-e 0211-4364, Nº. 92, (Ejemplar dedicado a: Adolescentes digitales), págs. 133-150.
- FERNÁNDEZ AGUILAR, E. M. (2018): *Eso no estaba en mi libro de Historia de la Ciencia,* Madrid, Talenbook SL.
- FERRER SORIA, G., (2014): Las TIC en la LOMCE o una LOMCE con TICs. *Forum Aragón: revista digital FEAE-Aragón sobre organización y gestión educativa*, ISSN-e 2174-1077, Nº12, págs. 34-36.
- GAGO GUERRERO, P. F., (2005): La educación entre la ciencia y la ideología. *Cuenta y razón*, ISSN 1889-1489, Nº 137, 2005, págs. 19-26.
- GARCÍA CARMONA, A., CRIADO, A. M., CAÑAL DE LEÓN, P. (2014): ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España?: Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, ISSN-e 2174-6486, Vol. 32, Nº 1, 2014, págs. 139-157.
- GARLASCHELLI, L. CARRER, A. (2018): *El científico loco. Una historia de investigación en los límites,* Madrid, Alianza Editorial.
- GONZALEZ GARCIA, M. I., LOPEZ CEREZO, J.A. y LUJAN LOPEZ, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Editorial Technos.
- HERREROS CHANDRO, I., (2013): La ciencia en la dictadura. El sistema de I+D durante el franquismo (1939-1975). *Revista Clases de historia, Publicación digital de Historia y Ciencias Sociales*, Artículo Nº 357, 15 de abril de 2013, ISSN 1989-4988.
- IGLESIAS DE USSEL, J., (2014): La política y las políticas educativas. *Participación educativa*, ISSN-e 1866-5097, Vol. 3, Nº. 5, 2014 (Ejemplar dedicado a: Conocimiento, políticas y prácticas educativas), págs. 17-24.
- LÓPEZ MARTÍN, L. (2001): *La escuela por dentro. Perspectivas de la Cultura Escolar en la España del siglo XX*. Valencia: Universidad de Valencia.
- DE MIGUEL RODRÍGUEZ, J. M., (2002): Relación entre gasto y calidad en las universidades. *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, ISSN 0210-5233, Nº 99, págs. 179-190.
- MARTIN GORDILLO, M., (2003): Educar para participar en Ciencia y Tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación.* N.° 32 (2003), pp. 165-210.
- MENENDEZ VELAZQUEZ, A. (2017): *Historia del futuro. Tecnologías que cambiarán nuestras vidas,* Oviedo, Ediciones Nobel.
- MORENO MARTÍNEZ, L. (2017): *La historia de la química en el currículo y los libros de texto de educación secundaria obligatoria y bachillerato (loe).: Un estudio desde la didáctica y la historia de la ciencia.* Tesis doctoral dirigida por María Araceli Calvo Pascual (dir. tes.). Universidad Autónoma de Madrid.
- MULHALL, D. (2002): *Our Molecular Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics, and Artificial Intelligence Will Transform Our World.* Prometheus Books.
- MUÑOZ RUIZ, E., (2005): *La Generación de la Ley de la Ciencia.* CSIC, Madrid.

- MUÑOZ RUIZ, E., (2007): Legislar sobre política científica para el Siglo XXI en España: Un nuevo marco normativo para la política de I+D. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* CLXXXIII 727 septiembre-octubre (2007) 637-654 ISSN: 0210-1963.
- NAJERA MONTIEL, J., (2016): *Transparencia administrativa, acceso a la información y estado de la tecnología. El anclaje constitucional del derecho de acceso a la información.* Tesis doctoral dirigida por Antoni Rubí Puig (codir. tes.), Pablo Salvador Coderch (codir. tes.). Universitat Pompeu Fabra.
- NIETO-GALAN, A. (2011): *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia*, Madrid, Fundación Jorge Juan Marcial Pons.
- NOAH HARARI, Y. (2016): *Homo Deus. Breve historia del mañana.* Debate.
- OLIVER AÑO, R., (2015): Entrevista al ministro de Educación, Cultura y Deporte D. José Ignacio Wert Ortega*. Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, ISSN 2444-250X, ISSN-e 2444-2887, Nº. 1, 2015, págs. 7-11.
- PALOP JONQUERES, P., (1979): Educación y ciencia. *El Basilisco: Revista de materialismo filosófico*, ISSN 0210-0088, Nº 7, 1979, págs. 93-95.
- PEREZ CACERES, F. J., (2018): *Historia e identidad de PIIISA. Apostando por las vocaciones científicas desde la educación secundaria: oportunidades mediante investigaciones con el programa SCIENCE-IES (PIIISA)* / Teresa Lupión Cobos (ed. lit.), Francisco Javier Pérez Cáceres (ed. lit.), 2018, ISBN 9788417449025, págs. 35-45.
- PRADO MELLIZO, M., (2006): Informe PISA a la vista. *Revista Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, ISSN 0210-4679, ISSN-e 2255-1042, Nº. 299, pág. 4.
- PUELLES BENÍTEZ, M. (1991): *Educación e ideología en la España contemporánea* (1ª ed.). Barcelona: Labor.
- PUELLES BENÍTEZ, M. (2007): *Política y Educación en la España contemporánea* (1ª ed.) Madrid: UNED.
- PUELLES BENÍTEZ, M. (2008): Las grandes leyes educativas de los últimos doscientos años. *CEE Participación Educativa*, 7, marzo 2008, pp. 7-15 UNED.
- RAMON Y CAJAL, S. (1941): *Reglas y consejos sobre investigación científica,* Barcelona, Austral.
- RIBAGORDA, A., (2017): *La ciencia española en la Segunda República y la Historiografía.* Universidad Carlos III, Madrid.
- RIPOLLÉS, M., (2014): *Evolución de la didáctica de las ciencias naturales en España desde el informe Quintana hasta la LOE.* Tesis doctoral dirigida por Francisco Pardo Fabregat (dir. tes.), Teófilo Sanfeliu Montolío (dir. tes.), Manuel Miguel Jordán Vidal (dir. tes.). Universidad Miguel Hernández de Elche.
- RIU ROVIRA, F. (2003): *Calidad para todos*. Barcelona: Edebé.
- ROMERO DE PABLOS, A., SANTESMASES, M. J., (2008): *Cien Años de Política Científica en España.* Bilbao: Fundación BBVA.
- RUIZ GONZALEZ, A., (2001): ¿Hacia dónde va la educación? *Temas para el debate*, ISSN 1134-6574, Nº 75 (febrero), págs. 66-69.
- RUIZ RUIZ, E., (1992): ...Y llegó la LOGSE. *Tabanque: Revista pedagógica*, ISSN 0214-7742, Nº 8, 1992, págs. 53-66
- SAENZ BARRIO, O., (1999): Lode, Logse y logepced. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, ISSN-e 1138-414X, Vol. 3, Nº 1, 1999, págs. 13-26.
- SAINZ BRIONES, J., VALADEZ SANCHEZ, P., (2004): Fomento de la cooperación en innovación, efectividad y aprendizaje: los resultados de la Encuesta-IAIF/FECYT. *Revista madri+d*, ISSN-e 1579-9506, Nº. 23, (Ejemplar dedicado a: Gestión de la inovación y la tecnología).
- SANJOSE DEL CAMPO, J., (2013): (2013) El primer año de política educativa del ministro Wert. *Razón y fe: Revista hispanoamericana de cultura*, ISSN 0034-0235, Tomo 268, Nº 1377-1378, 2013, págs. 19-38

- SANTIAGO SEGURA, M. J., (2015): Inmigración y la brecha digital de género. *Actas del VIII Congreso sobre Migraciones Internacionales en España:* Granada, 16-18 de septiembre de 2015 / coord. por Francisco Javier García Castaño, Adelaida Megías Megías, Jennifer Ortega Torres, ISBN 978-84-921390-4-0, pág. 318.
- SEVILA MERINO, D., (2016): La difícil traslación a una política de gobierno de un acuerdo constitucional forzado: La UCD y su malograda LOECE de 1980. *Historia y Memoria de la Educación*, ISSN-e 2444-0043, Nº. 3, 2016 (Ejemplar dedicado a: Las leyes educativas de la democracia en España a examen (1978-2013)), págs. 45-70
- TIANA FERRER, A. (2008): Charla con Alejandro Tiana Ferrer. *Foro de Educación*, nº 10, 2008, pp. 435-443 441 ISSN: 1698-7799.
- TIANA FERRER, A., (2018): Formas y espacios de la educación popular en la Europa mediterránea, Madrid, UNED/Casa Velázquez, 2016, 433 pp. José María Hernández Díaz (res.). Historia de la educación: Revista interuniversitaria, ISSN 0212-0267, Nº 37, 2018, págs. 547-548.
- TRIANA, E. MARTINEZ, F. (1991): *Ciencia, Tecnología e Industria en España,* Madrid, Fundesco.
- VARGAS VASSEROT, C., (2012): *Régimen jurídico de la transferencia de resultados de investigación: De la Ley Orgánica de Universidades a la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Wolters Kluwer, 2012. ISBN 978-84-9020-021-6.
- VERDE ROMERA, A. M., PABLOS MIGUEL, M. CABALLERO CABALLERO, I., (2017): La competencia científica en los textos escolares. Un estudio LOE-LOMCE. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, ISSN-e 2174-6486, Nº Extra 0, 2017 (Ejemplar dedicado a: X Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias (Sevilla, 5-8 de septiembre de 2017)), págs. 1129-1134.
- VICENTE ALGUERÓ, F. J., (2004): De la LOGSE a la LOCE. *La Ilustración liberal: revista española y americana*, ISSN-e 1139-8051, Nº. 19-20, 2004, págs. 225-250
- VILCHEZ GONZALEZ, J. M., (2017): La colaboración científicos-profesores-estudiantes (STSPs) para mejorar la alfabetización científica. Los contenidos procedimentales y actitudinales en las leyes educativas en España*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, ISSN-e 2174-6486, Nº Extra 0, 2017 (Ejemplar dedicado a: X Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias (Sevilla, 5-8 de septiembre de 2017)), págs. 555-560.
- VINTANEL LUCIENTES, B., (2017): *Análisis de los debates parlamentarios de las leyes orgánicas de educación promulgadas en España desde 1980 a 2013.* Tesis doctoral dirigida por Javier Ferrer Ortiz (dir. tes.). Universidad de Zaragoza (2017).
- VV. AA. (1990): *Índice de Legislación Educativa,* Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- VV. AA. (1988): *Filosofía y Ciencias de la Educación*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- VV. AA. (2013): *La crisis social y el Estado del Bienestar: Las respuestas de la Pedagogía Social,* Oviedo, Ediciones Universidad de Oviedo.


- **Legislación**


- Constitución Española, aprobada por el Congreso y el Senado el 31 de octubre de 1978, refrendada por el pueblo español el 6 de diciembre de 1978 y sancionada por S. M. el Rey ante las Cortes el 27 de diciembre de 1978. BOE nº 311 de 29 de diciembre de 1978.

- 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.
- Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (LCTI). BOE nº 131 de 2 de junio de 2011.
- LGE: Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. BOE nº 187 de 6 de agosto de 1970.
- LOECE: Ley Orgánica 5/1980, de 19 de junio, por la que se regula el Estatuto de Centros Escolares. BOE nº 154 de 27 de junio de 1980.
- LODE: Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, Reguladora del Derecho a la Educación. BOE nº 159 de 4 de julio de 1985.
- LOGSE: Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. BOE nº 238 de 21 de noviembre de 1990.
- LOPEG: Ley Orgánica 9/1995, de 20 de noviembre, sobre la Participación, la Evaluación y el Gobierno de los Centros Docentes. BOE nº 278 de 21 de noviembre de 1995.
- LOCE: Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación. BOE nº 307 de 24 de diciembre de 2002.
- LOE: Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE nº 106 de 4 de mayo de 2006.
- LOMCE: Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. BOE nº 295 de 10 de diciembre de 2013.
- Ministerio de Educación y Ciencia (1993): “Resolución de 29 de diciembre de 1992. de la Dirección General de Renovación Pedagógica por la que se regula el currículo de las materias optativas de Bachillerato establecidas en la Orden de 12 de noviembre de 1992 de implantación anticipada del Bachillerato” *Boletín Oficial del Estado*, 29 de enero de 1993, pp. 2.405-2.439.