



Real
Sociedad
Española de
Física

EL ESTADO DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

(Resumen ejecutivo)

Comisión sobre la Enseñanza de la Física en la Educación Secundaria

(Aprobada en la Junta de Gobierno de la Real Sociedad Española de Física, de 12 de enero de 2018)



Real
Sociedad
Española de
Física

R.S.E.F.

EL ESTADO DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA¹

Comisión sobre la Enseñanza de la Física en la Educación Secundaria

Quiero agradecer, en primer lugar, el encargo que me hizo el Presidente de la Real Sociedad Española de Física, D. J. Adolfo de Azcárraga, para realizar un informe sobre la situación de la enseñanza de la Física en la Educación Secundaria (Obligatoria más Bachillerato), dirigiendo los trabajos de una comisión formada por Carmen Carreras Béjar, Pablo Nacenta Torres, José Pedro Mestre y Manuel Alonso Sánchez. Las tareas que concluyen con este informe se han realizado en un tiempo corto, por lo que dado lo ambicioso de la temática abordada es posible que requiera de actualizaciones en un futuro próximo. En este momento se ha tratado de hacer un diagnóstico de la situación de la enseñanza de la Física en nuestra Educación Secundaria, periodo educativo que se estructura en una etapa obligatoria de cuatro cursos (la ESO) y otra post-obligatoria de dos cursos (el Bachillerato), intentando aportar algunas propuestas para mejorar el interés de nuestros jóvenes estudiantes hacia la Física y conseguir así una mayor presencia de chicos y chicas tanto en la Física de 2º de Bachillerato como en estudios universitarios donde la Física está presente.

Quiero agradecer las aportaciones de los profesores de Secundaria de distintas Comunidades Autónomas que dieron su opinión a través de las respuestas al cuestionario que se les envió (**Anexo I**). También a los Coordinadores de Física de distintas universidades por las estadísticas de los resultados de las pruebas de acceso que nos han hecho llegar.

Finalmente, quiero señalar mi más sincero agradecimiento a los colegas del Grupo Especializado de Enseñanza de la Física (actualmente División de Enseñanza y Divulgación de la Física) que han aportado información, estadísticas,... y realizado una lectura crítica en la fase final de la redacción de este informe. En especial, a Marisa Amieva Rodríguez, por la elaboración del **Anexo II**, y a Miguel Ángel Queiruga Dios, por la del **Anexo III**.

Madrid, 30 de junio de 2018

José María Pastor Benavides

Vocal de la Junta de Gobierno de la RSEF

Presidente de la División de Enseñanza y Divulgación de la Física

¹ Aprobado en la Junta de Gobierno de la RSEF de 4 de mayo de 2018. Este Informe ha sido presentado a la consulta pública sobre la Reforma de la LOMCE, abierta por el Ministerio de Educación y Formación Profesional entre el 26 de octubre y el 11 de noviembre de 2018.



Real
Sociedad
Española de
Física

R.S.E.F.

EL ESTADO DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

RESUMEN EJECUTIVO

Comisión sobre la Enseñanza de la Física en la Educación Secundaria

Introducción:

¿Cuál es el auténtico problema de la Física en la Educación Secundaria?

Al inicio de la segunda edición (1989) del libro *“Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas”*, de G. Holton y S.G. Brush, puede leerse *“durante las últimas dos décadas se ha reconocido ampliamente la importancia del estudio de las ciencias en la educación general...”*. Es interesante preguntarse si 30 años después sigue vigente dicho reconocimiento en lo que respecta a la Física. Hoy día podríamos preguntarnos: ¿el sistema educativo español da a la Física en la enseñanza secundaria la consideración que le corresponde en relación a su importancia en la vida cotidiana y al papel que desempeña en el desarrollo de la sociedad? Profundizando un poco más, deberíamos dar respuesta a: ¿cuál es la problemática actual de la enseñanza de la Física en la Educación Secundaria?

Para responder a estas preguntas partiremos de la frase que en 1973 escribió el físico John A. Wheeler: *“Ninguna teoría de la Física que trate solo de Física explicará nunca la Física”*. Para considerar el estado de la enseñanza de la Física, además de analizarla en sí misma, es necesario abordar aspectos como la organización actual de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, el desarrollo curricular, la formación del profesorado, el alumnado, con sus intereses y capacidades ampliamente distintas, la actitud de chicos y chicas frente a las ciencias en general y la Física en particular, las pruebas de acceso a la universidad o la variabilidad que supone el Estado de las Autonomías en el desarrollo del currículo, entre otros aspectos.

1. Cómo influye la organización actual de la ESO y del Bachillerato en los estudios de Física

En los últimos treinta años el Sistema Educativo Español ha experimentado grandes cambios respecto al periodo anterior. La Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990) fue la primera ley que estableció una etapa de educación secundaria obligatoria de duración hasta los 16 años (ESO) y un bachillerato (enseñanza postobligatoria) de dos años. Un nuevo de gobierno aprobó la LOCE (Ley Orgánica de la Calidad Educativa) en el 2003 que no llegó a entrar en vigor al coincidir con otro cambio de gobierno (2004) que la dejó en suspenso. Será dos años más tarde, en 2006, cuando se apruebe la LOE (Ley Orgánica de Educación), que en lo que hace referencia a la ESO y el Bachillerato efectúa algunos ajustes, pero en lo que afecta a las materias científicas, prácticamente sigue el esquema iniciado por la LOGSE.

Un nuevo cambio de gobierno a finales de 2011 promueve la revisión de la LOE, llegando a aprobarse la Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE).

1.1. Cursos 2º y 3º de la ESO (1º ciclo)

A partir de la LOMCE aparece un mayor número de horas de Física y Química en la ESO en la mayoría de las Comunidades Autónomas (CCAA). Desde varios años atrás se venía reiterando, ante el Ministerio de Educación Cultura y Deporte (MECD), la petición de que la Física y la Química en 3º de ESO pasase de 2 a 3 horas/semana y de que los contenidos de la materia de Ciencias de la Naturaleza de 1º y 2º de ESO se estructurasen en dos materias diferenciadas: “Biología y Geología” en 1º curso y “Física y Química” en 2º. La Real Sociedad Española de Física (RSEF) tuvo una participación muy activa en esta petición, que ha sido posible llevar a cabo una vez aprobada la LOMCE.² Como consecuencia de las posibilidades organizativas que ofrece la nueva ley, ha aumentado el número de horas de Física y Química en el conjunto de los cuatro cursos de la ESO. Sin embargo, esta nueva situación en relación al número de horas es interpretada de forma diferente por las distintas CCAA en función de su autonomía. A estos efectos, es importante señalar cómo sólo son cinco las CCAA que hacen posible que la asignatura de “Física y Química” en 3º de la ESO aumente en 1 h semanal pasando de 2 h a 3 h, a partir del curso 2015/16. Sin embargo, todavía son doce las CCAA que mantienen las 2h semanales en 3º de la ESO. En la **Tabla 1** puede apreciarse la distribución de horas en los cursos donde se da la materia de Física y Química por CCAA.

Por otra parte, la variada situación que se da a nivel de centros puede interpretarse como consecuencia de la normativa que fija la respectiva Comunidad Autónoma junto con la variable de la *autonomía de centros* que constituye uno de los ejes importantes de la LOMCE.

Tabla 1. Carga horaria semanal de Física y Química en la ESO

Comunidad Autónoma	Física y Química		
	2º ESO	3º ESO	4º ESO
Andalucía	3	2	3
Aragón	3	2	3
Asturias	4	2	3
Baleares	3	2	3
Canarias	3	2	3
Cantabria	3	2	3
Cataluña	3	2	3/4**
Extremadura	4	2	3
Galicia	3	2	3
La Rioja	4	3	3
Castilla-La Mancha	3	3	3
Castilla-León	3	2	4
Comunidad Valenciana	2	2	3
Madrid	3	3	3
Murcia	3	2	3
Navarra	3	2/3*	3
País Vasco	3	3	3

* Según modelo lingüístico

** 4 h. materia compactada FyQ + CAP (Ciencias Aplicadas)

² El 12 de julio de 2006, la RSEF lideró a un conjunto de asociaciones de profesores de Física y Química, de Educación Secundaria y Universidad, enviando una carta a la Ministra de Educación y Ciencia, D.ª Mercedes Cabrera, en la que se exponía la petición arriba indicada.

Sería deseable una mayor uniformidad en el número de horas semanales en cada uno de los cursos del primer ciclo de la ESO en que se imparte la materia de Física y Química, y que se concretase en tres horas semanales en cada curso. Esto sin lugar a dudas irá en beneficio de nuestros jóvenes independientemente del lugar en que vivan.

Si bien el nuevo currículo de la LOMCE ha fijado contenidos de Física y Química en 2º curso de la ESO con un perfil fundamentalmente de tipo experimental, la posibilidad de enfocarlo así supondría mayoritariamente que el profesorado lleve a cabo en el aula actividades experimentales, ya que hay pocas posibilidades reales de que los estudiantes asistan al laboratorio cuando los grupos son superiores a veinte, lo que ocurre en la mayoría de los centros.

La formación que reciben los alumnos en 2º y 3º de la ESO en Física y Química no sólo tiene importancia en sí misma cara a su formación científica como futuros ciudadanos, sino que constituye el periodo adecuado para que los alumnos descubran su interés por las materias científicas y en consecuencia elijan responsablemente un itinerario científico.

La introducción de la materia “Física y Química” en 2º de la ESO, que se produce con la LOMCE, ha supuesto una toma de contacto de los profesores de los Departamentos Didácticos de Física y Química por primera vez en este nivel educativo, ya que tradicionalmente se asignaba la materia que ocupaba su franja horaria (Ciencias de la Naturaleza, 3 horas) al Departamento de Biología y Geología.

Con la actual asignación horaria de la materia “Física y Química” en el primer ciclo de la ESO (2º y 3º) en gran parte de las CCAA es muy difícil impartir todos los contenidos de la materia y a su vez realizar las actividades experimentales que fijan los estándares de aprendizaje.

1.2. La Física y Química en 4º curso de la ESO

La LOMCE concibe el 4º curso de la ESO con un carácter fundamentalmente propedéutico. Establece dos itinerarios claramente diferenciados: **Enseñanzas aplicadas** para la iniciación a la Formación Profesional y **Enseñanzas académicas** para la iniciación al Bachillerato. Es en el itinerario de las “académicas” donde se sitúa Física y Química como *materia de opción*³. Puede decirse que la Física y Química forma parte de la opción que los estudiantes eligen como camino hacia el Bachillerato de Ciencias. Los alumnos que tienen intención de realizar ese Bachillerato, cursan Física y Química además de las Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas, y Biología y Geología. Ahora bien, como la organización de la selección de materias está vinculada a la oferta que hace el propio centro y a la posibilidad de elección del alumno, cabe que algunos estudiantes cursen Matemáticas académicas (obligatoria) y Biología y Geología, y que no elijan Física y Química. Esta opción, aunque minoritaria, es ofrecida por los centros a los estudiantes dentro de un abanico de posibilidades.

Por ello, es fundamental la labor de orientación de los profesores de Física y Química en 2º y 3º de la ESO para despertar en los estudiantes el interés por los estudios asociados a las Ciencias.

Es en 4º curso cuando se da un salto cualitativo respecto a la enseñanza de la Física: los alumnos ya tienen una mínima base matemática y han adquirido una cierta madurez, siendo un *curso clave en el historial académico de los estudiantes*.

³ El alumnado debe cursar al menos dos materias del bloque de asignaturas troncales entre las siguientes materias de opción: Biología y Geología, Economía, Física y Química, y Latín (RD 1105/2014).

La elección de la Física y Química en 4º curso es un requisito natural para cursar el Bachillerato de Ciencias. La optatividad de materias en la definición del itinerario que el alumno realiza debe complementarse con la orientación del centro educativo que favorezca una continuidad en los estudios posteriores.

1.3. Ciencias vs enseñanza bilingüe

Es necesario contemplar un hecho reciente y que ha prosperado en aquellos centros de enseñanza bilingüe (castellano o lengua propia de la Comunidad Autónoma + inglés). Un gran número de horas dedicadas a la optatividad de que disponen los centros, en función de su autonomía, es probable que refuerce aprendizajes de inglés o de otras lenguas propias, con lo que no se dispondría de esas posibles horas para desdobles con las que se podrían realizar prácticas de laboratorio de las materias científicas.

1.4. Bachillerato de Ciencias

En primer curso la Física comparte asignatura con la Química en todas las CCAA, excepto en Cataluña donde están separadas y ambas son opcionales. En función de la regulación y de la programación de la oferta educativa que establezca cada Administración educativa y, en su caso, de la oferta de los centros docentes, los estudiantes cursan al menos dos materias de entre las siguientes materias de opción: Biología y Geología, Dibujo Técnico I, y Física y Química.

En el 2º curso la LOMCE ha modificado la situación anterior, fijada en la LOGSE y continuada en la LOE, donde había dos itinerarios claramente diferenciados: Ciencias e Ingeniería por un lado, y Biosanitario o Ciencias para la Salud por el otro. La Física era materia troncal en el primero y optativa en el segundo, siendo en este segundo caso la posibilidad de elección real para los alumnos. En la situación actual, las Matemáticas II han pasado a ser materia general (obligatoria). La programación de la oferta educativa que establece cada Administración educativa y, en su caso, la oferta de los centros docentes, obliga al alumnado a elegir al menos dos materias entre las siguientes materias *troncales de opción*: Biología, Dibujo Técnico II, Física, Geología, y Química. El resto de horas corresponde a *materias netamente optativas*, donde pueden entrar tanto las troncales de opción anteriores como algunas de las denominadas *asignaturas específicas* y *asignaturas de libre configuración autonómica*.

La ubicación de la Física en la matrícula del alumno puede figurar, por lo tanto, como materia troncal de opción u optativa. Aquí hay diferencias importantes entre los centros grandes por un lado y los medianos y pequeños por otro. En el grupo de los primeros es habitual que la Física se ofrezca como materia troncal, lo que supone ser elegida por todos los alumnos que siguen un itinerario encaminado a las Ciencias e Ingeniería, mientras que si se sitúa como optativa en el itinerario hacia estudios Biosanitarios compite con otras materias, por lo que el número de alumnos que la pueden elegir es muy reducido, lo que a veces supone que la Física desaparezca de la opción definitiva de matrícula que ofrece el centro (obligación de un mínimo de 15 alumnos para que se constituya un grupo). Este fenómeno está reduciendo el número de grupos de Física en el 2º curso de Bachillerato. Por esta razón, en los centros medianos y pequeños suele ser única la configuración de *Química+Biología* como pareja de asignaturas troncales, pasando a ser optativa la Física en el itinerario Biosanitario, mientras que la *Física+DibujoTécnico II* es lo habitual en el itinerario de Ciencias e Ingeniería.

De nuevo, la labor orientadora del profesorado de Física y Química, esta vez en 1º de Bachillerato, es muy importante para fundamentar la decisión de seleccionar la Física como materia optativa por parte de aquellos estudiantes que tienen intención de cursar en 2º de Bachillerato el itinerario Biosanitario.

Tabla 2. Carga horaria semanal de Física y Química en Bachillerato

Comunidad Autónoma	1º BACH	2º BACH
Cataluña	4 F y 4 Q	4 F y 4 Q
Cantabria	4 FyQ (obligatoria)	
Castilla-La Mancha		
La Rioja		
Murcia		
Andalucía	4 FyQ	
Aragón		
Asturias		
Canarias		
Castilla-León		
Extremadura		
Galicia		
Madrid		
Navarra	3 FyQ	
Comunidad Valenciana		
País Vasco	3 FyQ	3 F y 3 Q
Baleares	3 FyQ	

Está generalizado que los estudiantes cursan 2º de Bachillerato de Ciencias por dos opciones mayoritarias y otra minoritaria:

- MAT, FIS y DT. Esta vía la escogen los que pretenden estudiar Ingeniería o Arquitectura y las Ciencias llamadas “duras”, quedando pues una laguna en los conocimientos de Química. Podría decirse que esta vía es elegida aproximadamente por un tercio de los estudiantes.
- MAT, QUIM y BIO. Esta vía la escogen los que pretenden estudiar un grado de la rama biosanitaria. Es la vía más escogida (> 50%). Esta opción lleva consigo el problema de que acceden a estos grados con pocos conocimientos de Física, y la mayoría se la acaban encontrando a lo largo de la carrera.
- MAT, FIS y QUIM. Es una buena opción para aquellos estudiantes que quieren estudiar un grado de Ciencias o de Ingeniería. Tiene la ventaja de que llegan con más conocimientos en FIS y en QUIM. Sin embargo, es cursada por muy pocos alumnos.

2. Los currículos LOMCE de Física y Química

En primer lugar hay que señalar que el RD1105/2014 del MECD por el que se regulan los nuevos contenidos fija los *estándares de aprendizaje*, lo que supone unas orientaciones precisas para que los profesores identifiquen con detalle hasta donde deben extenderse los contenidos en cada curso.

Se han producido algunas incorporaciones nuevas y el traslado de algunos contenidos de un curso a otro con relación a lo que se venía impartiendo con anterioridad a la LOMCE. De forma breve se comenta lo que podrían reconocerse como cambios positivos y negativos para el trabajo del profesorado y, en reciprocidad, posibles dificultades para los estudiantes.

2.1. Novedades en el currículo de la ESO

Aparece como contenido el *Proyecto de investigación* en todos los cursos. Se regula el criterio de evaluación y el estándar correspondiente de forma gradual a lo largo de los dos ciclos. En 2º y 3º, establece el desarrollo de pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En 4º se especifica con claridad *elaborar y defender un proyecto de investigación aplicando las TIC*.

Se incluye el Proyecto de Investigación en todos los cursos de la ESO y se regulan los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

2.2. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en la ESO

Existe una gradación en los contenidos a lo largo de la Secundaria, sobre todo en aquellas CCAA que han regulado los contenidos del primer ciclo. Con ello se busca evitar la repetición curso tras curso de algunos contenidos.

Con los estándares de aprendizaje se aclaran algunos criterios de evaluación que quedaban, dentro de la LOE, a la interpretación de los departamentos didácticos. Los bloques cuatro (*El movimiento y las fuerzas*) y cinco (*La energía*) en 4º son un claro ejemplo de lo anterior.

En el citado RD los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables aparecen sin especificar si se asignan a 2º o a 3º de la ESO, quedando distribuidos entre ambos cursos en los desarrollos del currículo que han establecido las diferentes Administraciones educativas (véase **Anexo II**). En algunas CCAA los contenidos del primer ciclo de la ESO son reiterativos, aunque está previsto que se impartan con diferente nivel de profundización.

Se observa también, durante toda la Secundaria obligatoria, un olvido sorprendente: la ausencia del estudio de los *fenómenos ondulatorios* que han tenido un papel clave en el desarrollo espectacular que ha vivido la humanidad durante el último siglo. El estudio de las ondas (la luz y el sonido) debería retornar al currículo puesto que trata conceptos y fenómenos que conectan fácilmente con el entorno del alumno y con los avances tecnológicos.

Es necesaria una mejor planificación de los contenidos para cubrir todos los temas a lo largo de la ESO, sin repeticiones pero sin ausencias que provoquen lagunas al iniciar el Bachillerato.

Por otra parte, si se quiere que los alumnos se hagan una idea adecuada de la ciencia es necesario hacer experimentos (tal y como contempla la propia LOMCE): *“por la naturaleza eminentemente empírica del área de física y química resulta a todas luces imprescindible que los alumnos realicen prácticas de laboratorio”*), pero esto requiere dos condiciones: (1) tiempo, cosa que se contradice con la carga horaria asignada; (2) una proporción de alumnos adecuada, lo cual comporta la necesidad de hacer desdobles, tanto en la ESO como en el Bachillerato, para lo que serían necesarias unas plantillas bien dotadas; y (3) contemplar la necesaria asignación de sesiones complementarias en el horario individualizado del profesorado de Física y Química para la preparación de prácticas.

2.3. El currículo de Bachillerato

La Física de 1º

En la **Tabla 4**⁴ se observa que en 1º de Bachillerato existen cambios relevantes del currículo LOE con relación al de la LOMCE. Contenidos que tradicionalmente se incluían en este curso, como *Teoría atómico-molecular de la materia o el átomo y sus enlaces*, se han transferido a 4º de la ESO. También se aprecia una transferencia de contenidos de Física de 2º de Bachillerato a la Física y Química de 1º.

Tabla 4. Comparación del currículo en 1º de Bachillerato

LOE	LOMCE
Contenidos comunes	La actividad científica
Estudio el movimiento	Cinemática
Dinámica	Dinámica
Le energía y su transferencia. Trabajo y calor	Energía
Electricidad	
Teoría atómico molecular de la materia	
El átomo y sus enlaces	
Estudio de las transformaciones químicas	Aspectos cuantitativos de la química Reacciones químicas
Introducción a la química del carbono	Química del carbono.
	Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas

Algunas consideraciones sobre el currículo LOMCE de Física de 1º:

- Se incluye el estudio del Movimiento Armónico Simple (MAS) dentro de los bloques de cinemática, dinámica y energía.
- Se incluyen las Leyes de Kepler, el momento de una fuerza, el momento angular y la conservación del momento angular. Esto, quizás, resulta discutible y excesivo pues son conceptos complejos y que para su completa comprensión requieren el dominio del producto vectorial, que no se estudia en 1º.
- Dentro del bloque de dinámica se aborda la electrostática: ley de Coulomb.
- En el bloque de energía se hace referencia a la diferencia de potencial eléctrico.
- Los contenidos relacionados con la corriente eléctrica o con los fenómenos de electrización no se incluyen en ningún bloque.

Hay una opinión generalizada de que los contenidos de 1º de Bachillerato se han ampliado tanto en Física como en Química respecto de los currículos anteriores LOE y LOGSE, al haber transferido a 1º curso contenidos que tradicionalmente se impartían en 2º curso.

Se han ampliado los temas de Física y de Química en 1º de Bachillerato y se ha incluido el “Proyecto de investigación”, tareas difíciles de asumir con la asignación horaria actual.

⁴ La numeración de las Tablas se corresponde con la secuencia que aparece en el Informe completo. Para poder hacer comparaciones hemos preferido mantener dicha numeración aunque en este Resumen Ejecutivo la numeración no aparezca consecutiva.

La Física de 2º

Si se realiza un análisis somero de los contenidos de Física en las dos últimas leyes (ver **Tabla 6**), puede parecer que no se han producido cambios de calado. Sin embargo, al igual que ocurre en 1º de Bachillerato, hay contenidos novedosos que sería interesante integrarlos de forma activa siempre y cuando se liberaran otros. Como ejemplo: Caos determinista, partículas fundamentales constitutivas del átomo: electrones, nucleones y quarks, aplicaciones de la Física Cuántica: el láser, historia y composición del Universo, y fronteras de la Física.

También conviene resaltar que las diferentes CCAA han realizado su particular adaptación de la LOMCE, observándose cierta disparidad en los contenidos y, en especial, en los estándares de aprendizaje evaluables. Una información detallada de estas variaciones se abordará más adelante.

Tabla 6. Comparación del currículo en 2º de Bachillerato

LOE	LOMCE
Contenidos comunes	La actividad científica
Interacción gravitatoria	Interacción gravitatoria
Vibraciones y ondas	Ondas
Interacción electromagnética	Interacción electromagnética
Óptica	Óptica geométrica
Introducción a la Física Moderna	Física del siglo XX

La inclusión de los estándares de aprendizaje favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que el profesor sabe qué debe esperar de sus alumnos y, por lo tanto, centrar su enseñanza en esos aspectos y, en contrapartida, el alumno conoce en base a qué va a ser evaluado. También ayuda en este proceso el hecho de que se haya dado a cada bloque de contenidos una ponderación para la prueba de acceso.

Como resumen, la organización curricular de la Física en Bachillerato es teóricamente muy ambiciosa en cuanto a los contenidos que abarca y también en la definición de algunos de los estándares incluidos. Por ello sería aconsejable efectuar una revisión que ajustase mejor los contenidos seleccionados y la disponibilidad de la carga docente.

Uno de los retos que presenta la enseñanza de la Física en nuestro país estaría en conjugar una *sólida formación de base* con la presentación de los *descubrimientos y avances en fronteras de la Física que tan atractivos resultan a los jóvenes*. Posiblemente haya sido los currículos de Biología los que mejor han sabido conjugar esta doble dimensión: la adquisición de una buena formación básica con de acceso a los descubrimientos biológicos más recientes y sus implicaciones en la vida de los ciudadanos.

3. Las variaciones en los currículos de Física que aparecen en las Comunidades Autónomas

En este apartado se muestran algunas de las variaciones que presenta el currículo de Bachillerato en las diferentes comunidades autónomas. Dada su extensión y detalle, se remite a la versión completa del Informe.

4. Los laboratorios escolares de Física y Química

La normativa vigente establece que en todo centro de Educación Secundaria donde se imparta el BCT debe existir un Laboratorio de Física y un Laboratorio de Química. En aquellos centros donde solamente se imparta la ESO es posible que exista un único espacio dedicado a laboratorio de ambas disciplinas. El equipamiento del instrumental correspondiente se fija mediante una normativa que antes de las transferencias educativas dependía del MECD, y que en la actualidad es competencia de las CCAA. A lo largo de las tres últimas décadas el equipamiento que se hace en la puesta en funcionamiento de un centro público puede ser sensiblemente diferente de una comunidad autónoma a otra. Sin embargo, en principio, puede considerarse válido en el funcionamiento inicial de un centro escolar. La normativa también regula el equipamiento de los centros concertados y privados. En muchos centros se llevan años durante los cuales no se han dotado los laboratorios de nuevos materiales ni se ha hecho la reposición necesaria, y cuando se ha hecho el material ha resultado ser de baja calidad.

El mayor problema que se plantea en relación a la utilización habitual de los laboratorios en la enseñanza de la Física y Química en los distintos niveles educativos depende fundamentalmente de que el profesorado disponga de horas lectivas en su horario docente. Este hecho debe hacerse compatible a su vez con la seguridad con que deben realizarse las actividades experimentales en función del número de alumnos, que nunca debe ser superior a 20. Cuando los grupos tienen más estudiantes se deben desdoblar en dos, lo que supone una dificultad añadida.

Es necesario que desde las instituciones se propongan cursos para facilitar la formación de aquellos profesores que quieran aprender técnicas experimentales. Esto se hace imprescindible desde el momento en que los currículos LOMCE exigen la realización de actividades experimentales.

A su vez, en algunas CCAA están apareciendo como optativas de configuración autonómica materias dedicadas a Técnicas experimentales.

5. El Profesorado de Física y Química en Educación Secundaria

5.1. La posición del profesorado

La organización actual de los estudios de Física y Química en la ESO favorece una temprana toma de contacto de los alumnos con la materia que resulta positiva y motivadora para despertar vocaciones científicas. El éxito de esta organización curricular no obstante requiere que el profesorado entienda que debe *adaptar sus metodologías al desarrollo cognitivo de los estudiantes a estas edades y al nivel de competencia matemática*. Es conveniente alejarse en todo caso de presentar la Física como un conjunto de fórmulas y de desarrollos de algoritmos de resolución de problemas. La finalidad que deberían perseguir los profesores de Física en los primeros cursos de la ESO es un acercamiento a la comprensión del medio físico que rodea al alumno.

La nueva organización curricular que favorece el contacto temprano de los estudiantes con la Física se convierte en un instrumento que los profesores deben aprovechar para mejorar el interés de los estudiantes por la materia, favoreciendo la creación de situaciones de enseñanza-aprendizaje en las que los alumnos además de aprender Física aprendan a disfrutar de su conocimiento.

5.2. Origen y cualificación del profesorado

Tradicionalmente el colectivo de profesores que ha venido impartiendo las materias de Física y Química en la Educación Secundaria ha estado formado por licenciados en Química y en Física. La proporción entre unos y otros ha sido variable en el tiempo, aunque siempre ha sido mucho mayor el número de químicos que el de físicos. En el Sistema Educativo español siempre ha estado unida la Física a la Química y este hecho se ha reflejado desde siempre, tanto en la selección de profesorado en el sistema público mediante el sistema de oposiciones, como en el sistema privado mediante contratación.

Por otra parte, el debate sobre la separación de la Física y la Química en la convocatoria de oposiciones a Secundaria está latente en un sector de profesores que consideran que esta separación de materias mejoraría la enseñanza de la Física en la Educación Secundaria.

El número de físicos que se dedican a la enseñanza de la Física y la Química en Secundaria ha sido siempre menor que el de químicos y continúa disminuyendo.

5.3. La formación del profesorado en activo

La formación del profesorado de Educación Secundaria debe plantearse como un proceso continuo donde la reflexión sobre la práctica es importante. En el colectivo de profesores de Física y Química la planificación de cursos especializados en Física o en Química adquiere un gran interés. La realización de dichos cursos permite al profesorado alcanzar un mayor equilibrio en los conocimientos y destrezas tanto en Física como en Química.

En el tema que nos ocupa, dado que el colectivo de profesores es mayoritariamente de formación en Química, es aconsejable la realización de cursos sobre contenidos de Física para mejorar su competencia. Especial interés tiene la realización de cursos sobre *el trabajo experimental*, con la doble perspectiva de profundizar en los aspectos teóricos de la metodología científica como en las habilidades experimentales. En el momento presente, con la puesta en práctica de los nuevos currículos, donde se hace especial hincapié en que los profesores incorporen a su docencia experiencias o que favorezcan la realización de proyectos de investigación tanto en la ESO como en Bachillerato, se hace necesaria la realización de cursos presenciales en los que se tenga ocasión de realizar prácticas de laboratorio.

Sería interesante que en estos momentos la formación del profesorado de Física y Química abordase, por una parte, temáticas relacionadas con los nuevos contenidos curriculares (nanociencia y nanotecnología, caos,...) y por otra, cómo llevar experimentos al aula.

5.4. La formación digital del profesorado de Física. Una nueva dimensión

En relación a la formación digital del profesorado, lo conveniente sería que puedan desenvolverse con las nuevas herramientas y, sobre todo, que tengan el control de todas las actitudes y capacidades que deben adquirir los estudiantes: Curiosidad, capacidad de detectar las propias necesidades, capacidad de búsqueda de información y recursos, y capacidad de crear contactos.

Algunas de las herramientas digitales que necesita el profesor de Física y Química para el desarrollo de su actividad son propias de su labor docente, mientras que otras pueden ser más específicas de su perfil especialista. En cualquier caso, es deseable que se desenvuelva bien en todas ellas. Una descripción de estas herramientas puede encontrarse en el **Anexo III** del Informe completo.

6. El alumnado

6.1. Cómo percibe y se posiciona el alumnado ante el aprendizaje de la Física

Hay una opinión entre los alumnos, bastante generalizada, que considera como materias “difíciles” a la Física y a la Química junto con las Matemáticas en las valoraciones trimestrales realizadas en todos los niveles educativos.

En la ESO se trata de enseñar desde un punto de vista más cualitativo, restringiendo el aspecto matemático a lo imprescindible. Sobre todo en 2º y 3º de la ESO, es una *materia obligatoria* que debe proponer aprendizajes y conocimientos que *formen parte del bagaje cultural de cualquier ciudadano*, independientemente de que les cueste más o menos el razonamiento matemático.

En este primer ciclo la alfabetización científica, a la que contribuye la asignatura de Física y Química juntamente con otras materias, constituye uno de los objetivos importantes de la enseñanza obligatoria, independientemente de la promoción de las vocaciones científicas. Debería contemplarse con claridad meridiana cómo los conocimientos científicos y saber cómo se generan constituye una formación importante para la incorporación responsable de los jóvenes a la vida activa en la sociedad.

La mayor dificultad surge a partir de 1º de Bachillerato, donde el lenguaje matemático se hace ineludible, lo que supone cierto nivel de abstracción adicional que a muchos alumnos les cuesta. Por eso, los que eligen la materia en 2º de Bachillerato son muchos menos.

En el caso de Bachillerato, los alumnos que precisan una nota media alta para acceder a títulos de grado de enfermería, odontología, medicina u otros de la rama sanitaria con nota de corte alta para entrar en la universidad, cursan la Física y Química de 1º de Bachillerato por su carácter de materia de continuidad para cursar la materia de Química de 2º de Bachillerato, pero seleccionan en 2º otra materia optativa de las no catalogadas de Evaluación para el Acceso a la Universidad (EvAU) y no Física, ya que supone menos carga académica en un curso especialmente exigente para los estudiantes.

El alumnado opina que son necesarias más horas de clase para poder asimilar mejor todo el currículo de Física y Química del Bachillerato. Por ello, es conveniente valorar la influencia que presenta el currículo LOMCE de Física y Química más exigente en 1º de Bachillerato y de Física en 2º, en la elección de materias y en el rendimiento académico de los estudiantes.

6.2. La variable género. Los chicos y las chicas frente a la Física

Existen diferencias significativas por razón de género, no en la percepción de la dificultad de la Física, sino en el menor número de alumnas que de alumnos que integran los grupos de Física de 2º de Bachillerato donde es materia troncal en la opción “Ciencias e Ingeniería”. Este fenómeno no se observa en los grupos de Física donde es materia optativa en la opción “Biosanitaria”.

Se aprecian diferencias significativas por razón de género en 2º de Bachillerato donde es mayoritaria la elección de la Física por los chicos. El profesorado opina que no son razones de dificultad del razonamiento matemático, sino porque el ambiente social no sólo favorece, sino que contribuye, a que las jóvenes se identifiquen mejor con perfiles profesionales derivados de títulos superiores vinculados a estudios biosanitarios después del Bachillerato.

La comunicación informal entre colegas, la que generan los medios de comunicación (TV, prensa, redes sociales, etc.), o determinados roles femeninos muy asentados en nuestra sociedad, contribuyen

a la percepción que las jóvenes tienen de su desarrollo personal y profesional. Debe tenerse en cuenta la enorme fuerza de series de TV donde la presencia de la mujer y los roles femeninos se asocian a los ya expuestos en muchos casos.

Por otra parte, en contrapartida con lo anterior, la percepción que las estudiantes de bachillerato tienen del mundo de la técnica y de la ingeniería es que se trata de un mundo mayoritariamente masculino y, a su vez, dirigido por hombres, como se aprecia en los medios de comunicación social. Perciben que es un mundo donde entrarán en competencia con sus iguales masculinos, interpretando que tendrán mayores dificultades de desarrollo profesional y de conciliación con su vida personal.

Estas percepciones de carácter sociológico tienen tanta fuerza en la actualidad que para modificarlas se requerirían otro tipo de actuaciones en el ámbito de lo público, que pusieran de manifiesto la importancia de que las jóvenes realizaran estudios superiores vinculados a otros perfiles profesionales. La puesta en marcha de programas de divulgación donde se visibilice el trabajo desarrollado con eficacia por las mujeres en ámbitos de la Física relacionados con la tecnología, la ingeniería, la investigación o la docencia, pueden ayudar a modificar la situación que se comenta.

Si se quiere atraer a las alumnas a estudiar Física es necesario cambiar la percepción que se tiene de la misma por la sociedad, para así llegar a una mayor audiencia. De esta forma, se podría promocionar la Física situándola como solución a problemas sociales y políticos, aplicándola a asuntos más solidarios,... buscando así una motivación y un atractivo para las mujeres.

6.2.1. Estadística de los estudiantes del Bachillerato de Ciencias

A partir de los datos que se obtienen de las estadísticas del MECD, se elaboran las siguientes tablas.

En la **Tabla 8** se compara el número de estudiantes que cursan las distintas modalidades en que se estructura el Bachillerato español, referido al curso 2015/16, dando una instantánea del peso de cada una de ellas. Puede apreciarse cómo la modalidad del Bachillerato de Ciencias y Tecnología (BCT) no es la que tiene más estudiantes matriculados. La fuerte implantación de las ideas economicistas en nuestra sociedad, percibidas así por los estudiantes, que propician la realización de estudios superiores vinculados al itinerario de Sociales, se está convirtiendo en una llamada muy atractiva para los jóvenes. Esta realidad junto al hecho objetivo de una mayor dificultad del BCT justifica esta interpretación.

Tabla 8. Distribución del alumnado por modalidades de Bachillerato (curso 2015/16)

Modalidades de Bachillerato	Estudiantes matriculados					
	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
Ciencias y Tecnología	286.954	44,55	154.158	53,72	132.806	46,28
Humanidades y C. sociales	317.733	49,32	135.881	42,76	181.852	57,24
Artes	34.825	5,41	12.031	34,55	22.794	65,45
Sin ubicar	4.653	0,01	2.318	49,82	2.335	50,18
TOTAL	644.165	100	304.378	47,25	339.787	52,75

Al comparar el porcentaje de hombres frente al de mujeres en la modalidad del BCT resulta que la proporción hombres/mujeres es de 1,16 mientras que esta relación en la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales es de 0,75. Aproximadamente, hay tres chicos por cuatro chicas en cada aula. Estos datos ponen de manifiesto la menor presencia de chicas en el BCT.

En las **Tablas 10 y 11** se analizan, a lo largo del quinquenio 2011/12-2015/16, la evolución del número de estudiantes de los cursos 1º y 2º del BCT, distribuidos por hombres y mujeres. El número de cada colectivo puede estimarse consolidado en este periodo ya que, como puede verse, las variaciones son muy pequeñas.

Tabla 10. Distribución del alumnado del 1º curso del BCT (quinquenio 2011/12 a 2015/16)

Curso	2015/16	%	2014/15	%	2013/14	%	2012/13	%	2011/12	%
Total 1º BCT	147.382	100	144.510	100	146.825	100	143.404	100	138.908	100
Hombres	78.883	53,52	78.634	54,41	79.591	54,20	77.959	54,36	75.857	54,60
Mujeres	68.499	46,48	65.876	45,59	67.234	45,80	65.445	45,64	63.051	45,40

Tabla 11. Distribución del alumnado del 2º curso del BCT (quinquenio 2011/12 a 2015/16)

Curso	2015/16	%	2014/15	%	2013/14	%	2012/13	%	2011/12	%
Total 2º BCT	139.370	100	139.733	100	137.204	100	132.950	100	132.652	100
Hombres	75.162	53,93	74.929	53,62	73.929	53,88	72.226	54,33	71.993	54,27
Mujeres	64.208	46,07	64.804	46,38	63.275	46,12	60.724	45,67	60.659	45,73

Estos datos ponen de manifiesto la fuerte estabilidad de la relación hombres/mujeres en la elección de la modalidad BCT en los estudios de Bachillerato. A lo largo del quinquenio aumenta el número de estudiantes, tanto hombres como mujeres, que cursan el BCT, pero la proporción hombres/mujeres prácticamente se mantiene constante.

6.2.2. Participación de las estudiantes mujeres en las Olimpiadas de Física

La participación de las estudiantes mujeres en las *fases locales de la Olimpiada de Física* del año actual ha sido del 25%. Esta participación está guiada por el interés que muestren los propios estudiantes y por la acreditación de excelencia que hacen sus profesores.

Al analizar el porcentaje de alumnas referido al total de estudiantes seleccionados para la *fase nacional de la Olimpiada Española de Física* se obtienen los datos de la **Tabla 12**.

Tabla 12. Porcentaje de participación de alumnas en la fase nacional de la Olimpiada Española de Física (OEF)

Año	2018	2017	2016	2015	2014
Mujeres	12,5%	14,0%	9,0%	14,9%	9,3%

Estos datos se alejan significativamente de la proporción del número de alumnas que siguen estudios en el BCT.

7. La Física en las Pruebas de Acceso a la Universidad

7.1. Sobre la dificultad de las pruebas

En la encuesta que han contestado profesores de distintas CCAA (véase **Anexo I** del Informe completo) se preguntaba sobre el nivel de dificultad según los estudiantes ante la prueba de Física en el acceso a la universidad. En las respuestas recibidas abunda la opinión de que el nivel medio de dificultad que aprecian los estudiantes en pruebas de cursos anteriores es de 3 o 4 en una escala de 1 a 5.

Las matizaciones realizadas por la comisiones de coordinación de las pruebas en el periodo de implantación de la LOMCE con relación al currículo oficial, ha supuesto que los resultados sean muy semejantes a los obtenidos en el periodo LOE.

Por otra parte, es bastante habitual que los estudiantes consideren que la prueba de Física es difícil, pero una vez realizada acaban pensando que no es más difícil que la de otras materias.

7.2. Datos obtenidos de las estadísticas del MECD

En las tablas siguientes se presentan datos obtenidos de las estadísticas que el MECD ofrece en su página web⁵, que permiten establecer comparaciones entre los colectivos de estudiantes que se examinan de unas u otras materias para el acceso a la universidad. Se indican con dos cifras decimales, tal y como vienen en dichas estadísticas, porque una variación en la segunda cifra decimal afecta a un número nada despreciable de estudiantes. Se han seleccionado los datos referidos a los porcentajes sobre el total de los alumnos que se matriculan en la **convocatoria ordinaria (junio)**. Se comparan los datos de los colectivos que se examinan de Matemáticas II, Física y Química, lo que guarda relación con el conjunto de estudiantes que han podido cursar dichas materias en 2º de Bachillerato. Estos datos *permiten comparar tendencias*, tanto globalmente como por CCAA.

PAU: Las Pruebas de Acceso a la Universidad han tenido vigencia hasta el curso 2015/16. Constaban de: (1) una *fase general*, en la que el estudiante, además de examinarse de tres materias obligatorias: Lengua castellana y Literatura II, Historia de España o Historia de la Filosofía, y Primera Lengua Extranjera II, debía incluir otra de las materias troncales cursadas, que él mismo seleccionaba; (2) una *fase específica voluntaria*, en la que el estudiante podía examinarse de hasta tres materias cursadas, aunque lo habitual era hacerlo de dos, encaminada, según la ponderación establecida, a elevar la *nota final* de acceso a la universidad. Estas últimas son las que tenían mayor peso al fijar la nota final del estudiante en la PAU. Era en la fase específica donde mayormente los estudiantes de Ciencias elegían “Matemáticas II”, “Física” o “Química”, aunque también estas materias podían ser elegidas en la fase general.

El primero de los *dos datos que aparecen en cada una de las casillas* de las Tablas de PAU se refiere a la fase general y el segundo, a la fase específica. La suma de ambos datos permite hacer una *estimación de los estudiantes que se examinaron de cada una de estas materias* y, en consecuencia, comparar los datos referidos a “Matemáticas II”, “Física” y “Química”.

EBAU: Las pruebas de Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad⁶, que ha fijado la LOMCE, a partir del curso 2016/17 establecen algunas diferencias frente al modelo anterior. En la *fase general* los estudiantes tienen que examinarse obligatoriamente de Matemáticas II y solamente en la *fase específica* es donde deben examinarse de dos *materias de opción*. Es aquí donde se obtienen los datos de los porcentajes de estudiantes que cursan “Física” o “Química”, o bien otras materias de opción de las que hayan cursado.

En la **Tabla 14** se presentan datos referidos a la convocatoria ordinaria (junio) que contemplan: a) porcentaje del total de alumnos que se examinan de Matemáticas II, Física y Química a lo largo de

⁵ <http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/universitaria/estadisticas/estadistica-de-las-pruebas-de-acceso-a-la-universidad0.html>

⁶ Es muy habitual ver las siglas EBAU para referirse a estas pruebas, aunque el acrónimo EvAU sea el oficial.

varios años, sobre el total de alumnos que se examina de las pruebas; b) porcentaje de mujeres que se examinan de esas materias referido al total de mujeres que realizan las pruebas; c) porcentaje de aprobados, tanto del total como de mujeres por separado; d) nota media obtenida por ambos colectivos; y, e) nota media de los estudiantes de ambos colectivos que aprueban las materias.

Los dos datos que se encuentran en cada casilla corresponden el primero a la Fase General, y el segundo a la Fase Específica de las PAU. En la EBAU los alumnos se examinan obligatoriamente de Matemáticas II pero no pueden elegir materias de opción en la fase general (indicada con “-”). Los datos de las columnas encabezadas por “Total” están referidos siempre al total de estudiantes matriculados, mientras que los de las columnas encabezadas por “Mujeres” están referidos al conjunto total de mujeres matriculadas, en ambos casos en cada una de las materias (Matemáticas II, Física y Química). Los datos que aparecen a la izquierda del “/” se refieren a la fase general, mientras que los que aparecen a su derecha, son datos de la fase específica.

La suma de ambos datos en las casillas de estudiantes matriculados permite obtener el porcentaje del total de los que han elegido Matemáticas II (excepto en la LOMCE, donde el 2º dato señala el porcentaje de alumnos cuya nota es superior y, en consecuencia, se acumula en la fase específica), Física o Química. Esto permite efectuar algún tipo de comparación.

Tabla 14. Fases general/ específica de las Pruebas de Acceso a la Universidad

Materia	% Estudiantes matriculados		% Aprobados		Nota media		Nota media aprobados	
	Total	Mujeres	Total	Mujeres	Total	Mujeres	Total	Mujeres
Junio 2013								
Matemáticas II	14,93/24,0	13,51/17,31	64,07/64,34	63,93/62,63	5,69/5,61	5,68/5,52	7,06/7,06	7,07/7,02
Física	4,32/18,11	2,90/10,06	68,61/66,07	67,89/65,33	5,92/5,78	5,90/5,74	7,16/7,25	7,16/7,22
Química	6,26/28,95	5,13/31,50	64,94/66,01	61,34/65,40	5,68/5,72	5,46/5,66	6,98/7,07	6,90/7,01
Junio 2014								
Matemáticas II	14,20/24,55	12,95/17,67	65,50/63,06	65,11/60,98	5,79/5,64	5,77/5,50	7,21/7,24	7,20/7,17
Física	4,23/18,49	2,90/10,11	67,46/64,72	67,27/65,95	5,82/5,68	5,84/5,75	7,14/7,25	7,16/7,23
Química	6,24/29,46	5,22/32,54	65,16/69,01	61,09/68,26	5,69/5,88	5,46/5,82	6,96/7,11	6,86/7,06
Junio 2015								
Matemáticas II	13,27/24,86	12,15/17,81	67,92/70,94	67,77/69,73	5,93/6,06	5,93/5,97	7,21/7,27	7,22/7,20
Física	3,84/18,27	2,50/9,90	66,45/68,41	69,18/68,70	5,81/5,88	5,96/5,90	7,14/7,25	7,20/7,23
Química	6,02/29,97	5,10/33,36	73,08/74,64	70,65/74,52	6,14/6,26	6,00/6,25	7,19/7,30	7,15/7,28
Junio 2016								
Matemáticas II	12,48/25,47	11,58/18,24	71,11/73,62	71,85/72,72	6,20/6,31	6,27/6,24	7,41/7,45	7,47/7,40
Física	3,68/18,00	2,52/9,40	65,09/65,81	65,49/66,68	5,71/5,70	5,75/5,76	7,14/7,16	7,15/7,15
Química	5,42/29,80	4,66/33,56	64,51/68,84	61,78/68,89	5,65/5,91	5,45/5,89	6,99/7,17	6,88/7,13
Junio 2017 (LOMCE)								
Matemáticas II	48,14/4,04	42,24/3,09	73,15/70,80	71,67/70,31	6,26/6,01	6,16/5,97	7,37/7,19	7,33/7,18
Física	-/22,64	-/12,34	-/67,55	-/68,87	-/5,80	-/5,89	-/7,23	-/7,24
Química	-/34,00	-/36,73	-/65,71	-/65,85	-/5,72	-/5,73	-/7,14	-/7,12

Al comparar los datos de las PAU globalmente se observa que prácticamente están consolidados los porcentajes de la elección de las materias a lo largo de varios años. Al pasar a las EBAU aparece una gran diferencia en el porcentaje de Matemáticas II, debido al nuevo diseño que se ha hecho de la prueba. En cuanto a los porcentajes de elección de Física y de Química, no se aprecian, por ahora, diferencias importantes entre las EvAU y las PAU.

Es digno de resaltar cómo el porcentaje de alumnas que se examinan de Química se mantiene como el más alto de la serie PAU, mayor que el de Matemáticas II, cuando se podían elegir las materias tanto en la fase general como en la específica. Sin embargo, los porcentajes de elección de Física, también por el colectivo de alumnas, está en torno al 12%–13% (sumando fase general y específica), manteniéndose como el más bajo de la serie PAU, con una diferencia importante con relación a Matemáticas II y a Química. Cuando el porcentaje se refiere al total de alumnos, la elección de Física está en torno al 22%–23%.

En cuanto a los porcentajes de aprobados se observa que son bastante estables a lo largo de la serie temporal para cada una de las materias, no apreciándose diferencias significativas entre las PAU y las EBAU. Lo mismo ocurre con los datos referidos a las notas medias del conjunto de estudiantes en cada una de las materias.

El porcentaje de aprobados de Física en la convocatoria ordinaria (junio) está entre el 65% y el 68%, tanto para el total de alumnos como para el de alumnas.

La media obtenida en Física por el conjunto de estudiantes a lo largo de la serie analizada se sitúa en torno a 5,5 puntos. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta sólo a los estudiantes que aprueban la materia, la media de las calificaciones se sitúa en torno a 7,2.

En el Informe completo se analizan los resultados para cada Comunidad Autónoma (**Tablas 15 a 31**) y en las **Tablas 32 y 33** se hace un estudio comparativo por CCAA de los porcentajes de estudiantes que eligen la Física frente a los que eligen Química y Matemáticas II. En la Tabla 34 se presenta un estudio comparativo a nivel global.

Tabla 34. Proporción entre los porcentajes del Total de estudiantes matriculados en las Pruebas de Acceso a la Universidad

Materia	LOE				LOMCE
	2013	2014	2015	2016	2017
Mat II	38,93	38,75	38,13	37,95	48,14
Química	35,21	35,70	35,99	35,22	34,00
Física	22,43	22,72	22,11	21,68	22,64
Proporción Mat II/Fis	1,74	1,71	1,73	1,75	2,13
Proporción Quim/Fis	1,57	1,57	1,63	1,63	1,50

Los datos que aporta la matrícula de estudiantes en el periodo correspondiente a las PAU ponen de manifiesto que las proporciones Mat II/Fís y Quím/Fís se mantienen estables a lo largo de la serie PAU. En el caso de las pruebas LOMCE, al ser obligatoria la prueba de Matemáticas II, se aprecia con claridad las diferencias que con relación al total de los alumnos de Ciencias han elegido examinarse de Física por un lado y de Química, por otro. Como puede observarse, la elección de las Matemáticas II duplica a la elección de la Física y, por otra parte, en el caso de la Química, de cada tres alumnos que eligen Química, sólo dos eligen Física.

En el caso de las estudiantes mujeres (**Tabla 37**), los datos que aporta la matrícula en el periodo correspondiente a las PAU ponen de manifiesto que las proporciones Mat II/Fis y Quim/Fis se mantienen relativamente estables a lo largo de la serie PAU. En el caso de la LOMCE, se aprecia con

claridad las diferencias que con relación al total de las alumnas de Ciencias han elegido examinarse de Física por un lado y de Química, por otro. Como puede observarse en estos datos a nivel nacional, de cada tres alumnas que eligen Química, aproximadamente sólo una elige Física.

Tabla 37. Proporción entre los porcentajes del colectivo de estudiantes mujeres matriculadas en las Pruebas de Acceso a la Universidad

Materia	LOE				LOMCE
	2013	2014	2015	2016	2017
Mat II	30,82	30,62	29,96	29,82	42,24
Química	36,63	37,76	38,46	38,22	36,73
Física	12,96	13,01	12,40	11,92	12,34
Proporción Mat II/Fis	2,38	2,35	2,42	2,50	3,42
Proporción Quim/Fis	2,83	2,90	3,10	3,21	2,98

8. Recomendaciones para mejorar la enseñanza de la Física en la ESO y el Bachillerato

A partir del análisis del estado actual de la enseñanza de la Física en la ESO y en el Bachillerato, que se ha descrito en los apartados anteriores, se resaltan aquellos aspectos que en nuestra opinión han mejorado recientemente la situación de la misma. Por otra parte, se enumeran una serie de recomendaciones (recuadradas en amarillo) que pueden contribuir a mejorar la calidad de la enseñanza desde una triple perspectiva: (1) la mejora de la enseñanza de la Física en las aulas; (2) la contribución de la Física a la alfabetización científica de la ciudadanía; y (3) la promoción de las vocaciones científicas entre los jóvenes estudiantes y, en especial, la incorporación de las estudiantes mujeres a las profesiones en las que su presencia es hoy en día minoritaria.

En relación al apartado 1: Cómo influye la organización actual de la ESO y del Bachillerato en los estudios de Física

1. La puesta en vigor de la LOMCE ha introducido la asignatura de “Física y Química” en 2º de la ESO, con un currículo específico. También ha permitido que varias CCAA (cinco por ahora) hayan aumentado el número de horas en 3º de la ESO, pasando de 2 a 3 horas por semana. En conjunto, en la mayoría de las CCAA aumenta el número de horas dedicadas a la Física y Química en la ESO respecto a la asignación anterior en la LOE.

Sería deseable una mayor uniformidad de horas semanales en los cursos del primer ciclo de la ESO (2º y 3º), recomendando que se generalice a 3 horas por semana en cada uno de los cursos. Aquellas CCAA que están alejadas de esta asignación, deberían introducir las modificaciones oportunas para que esto sea posible, lo que irá en beneficio de la formación de nuestros jóvenes, independientemente del lugar en el que residan.

Cuidar la formación que reciben los alumnos de 2º y 3º de ESO en Física y Química es importante para su formación científica como futuros ciudadanos y para descubrir su interés en un posible itinerario científico de sus estudios posteriores.

2. Con la actual asignación horaria de la materia en el primer ciclo de la ESO en gran parte de las CCAA resulta difícil impartir todos los contenidos curriculares y, a su vez, realizar las actividades experimentales que fijan los nuevos estándares de aprendizaje (RD 1105/2014).

La toma de contacto de los estudiantes con la asignatura de Física y Química en 2º de la ESO, que ha posibilitado la LOMCE, debería mejorarse asignando las horas necesarias a los departamentos didácticos que permitan la realización de prácticas de laboratorio cuando los grupos de alumnos sean superiores a 20.

3. El 4º curso de la ESO fija unos itinerarios académicos que dirigen a los estudiantes hacia el Bachillerato o hacia la Formación Profesional. La elección de la Física y Química (materia de opción) debe ser una cuestión fundamental para aquellos estudiantes que deseen cursar el Bachillerato de Ciencias.

Se recomienda que se realice una cuidada labor orientadora por parte del centro educativo y, en particular, del profesorado de Física y Química que ayude a los estudiantes en la elección de un futuro itinerario científico.

4. En la organización del Bachillerato LOMCE ha disminuido la elección de materias opcionales en 2º curso. La obligatoriedad de cursar Matemáticas II ha limitado a dos materias de opción (entre las que se encuentra la Física) la elección posible para configurar la matrícula de cada estudiante. Esto está suponiendo en la práctica la muy difícil elección de la Física por los estudiantes que eligen un itinerario biosanitario. La incorporación de la Física como última materia optativa a elegir depende de la organización que planteen las CCAA en el cierre del número de horas lectivas que el alumno debe cursar.

Esta situación, unida a la percepción por los estudiantes de que la Física es una materia difícil, está contribuyendo a que en 2º curso de Bachillerato sea elegida únicamente por aquellos estudiantes que están claramente motivados por los estudios de Ciencias e Ingeniería.

Se recomienda que las Administraciones Educativas encuentren fórmulas más flexibles que permitan ajustar mejor la elección de las materias de opción a los intereses de los estudiantes y conseguir una formación científica más amplia, donde la elección de la Física en 2º de Bachillerato sea realmente posible. Ello contribuiría a que el Sistema Educativo contemplase el papel relevante que la Física desempeña en la sociedad del siglo XXI.

**En relación al apartado 2:
Los currículos LOMCE de Física y Química**

5. Es muy interesante la incorporación del trabajo experimental a los contenidos curriculares a lo largo de la ESO, tanto en Física y Química como en otras materias científicas. La realización de experimentos en 2º y 3º de la ESO queda establecida en los estándares de aprendizaje, y en 4º curso se apuesta por el método científico al especificar que los estudiantes deben elaborar y defender un proyecto de investigación aplicando las TIC.

Frente a estas mejoras, sin embargo, es recomendable proceder a una revisión de los currículos para incorporar aquellos contenidos que no se especifican en el RD 1105/2014, por ejemplo las *ondas*, cuyo estudio es pertinente en esta etapa educativa, dada la importancia que tiene en múltiples contenidos como por ejemplo las nuevas tecnologías de la comunicación.

6. En la Física y Química de 1º de Bachillerato se han incorporado determinados contenidos que tradicionalmente se impartían en 2º curso. Aunque se han transferido otros contenidos de 1º, como *la teoría atómico-molecular de la materia o el átomo y sus enlaces*, a 4º de la ESO, el currículo de 1º de Bachillerato es excesivamente amplio.

La organización curricular de la Física en Bachillerato es muy ambiciosa en cuanto a los contenidos que abarca y también en la definición de algunos de los estándares incluidos.

Se recomienda revisar la adecuación de los currículos de Bachillerato al tiempo real del que se dispone en la carga horaria asignada a las materias. Las Administraciones Educativas deben evaluar esta disfunción que, en cierta manera, compromete la formación científica de los estudiantes, al no disponer del tiempo necesario para que el aprendizaje de la Física sea significativo y eficaz.

En relación al apartado 3: Las variaciones en los currículos de Física de las CCAA

7. La interpretación que de los currículos de ESO y de Bachillerato (RD 1105/2014) realizan las CCAA es muy variable. Se aprecian tres tipos de interpretaciones:

- CCAA que siguen básicamente el RD (Baleares, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, La Rioja, Madrid, Murcia, Navarra y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla).
- CCAA que efectúan cambios en los currículos precisando los contenidos, lo que se traduce bien en un aumento o bien en una simplificación de determinados aspectos (Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria y Castilla-León).
- Dos CCAA, Cataluña y País Vasco, no siguen estrictamente en el Bachillerato el desarrollo del RD 1105/2014 (LOMCE), sino que efectúan determinadas variaciones sobre los contenidos que en su momento implementó la LOE.

Sería deseable una mayor uniformidad en los currículos de Física y Química en el conjunto de las CCAA, ya que el RD 1105/2014 es suficientemente ilustrativo.

Cabe inferir que posiblemente el MECD realizara un trabajo de coordinación insuficiente con los equipos técnicos de las CCAA en la elaboración de los contenidos básicos.

En una supuesta revisión de los currículos se recomienda que se fortalezca la coordinación del trabajo de todos los equipos técnicos (MECD y CCAA).

**En relación al apartado 4:
Los laboratorios escolares de Física y Química**

8. El mayor problema en relación a la utilización habitual de los laboratorios en la enseñanza de la Física y Química en los distintos niveles educativos es que el profesorado disponga para ello de horas lectivas en su horario docente.

Otro de los problemas a tener en cuenta es el hecho de que los profesores noveles no hayan adquirido una suficiente formación como experimentadores, ya que en los estudios de licenciatura o de grado ha primado fundamentalmente la teoría. Esta sería una de las deficiencias que debería subsanarse mediante los oportunos cursos de formación en torno a las técnicas experimentales, para acometer y poner en marcha los objetivos fijados por la LOMCE sobre la realización de experiencias, trabajos y proyectos de investigación.

Es necesario que las Administraciones Educativas asignen un adecuado número de horas lectivas de laboratorio para alcanzar los objetivos establecidos en los currículos de Física y Química de la LOMCE. Así mismo, en sus programas de formación del profesorado se deben planificar cursos para ayudar a los profesores en el diseño y utilización de técnicas experimentales.

**En relación al apartado 5:
El Profesorado de Física y Química en Educación Secundaria**

9. El número de físicos que se dedican a la enseñanza de la Física y Química en la Educación Secundaria es bajo en comparación con el de profesores cuya formación de origen es la licenciatura o grado de Química.

Más allá de la preparación individual, es recomendable que las Administraciones Educativas organicen cursos de formación centrados en contenidos curriculares de Física, en el trabajo experimental en el laboratorio, y en aquellas temáticas más novedosas que tengan interés para la sociedad. Esta es una tarea que debe plantearse desde los Centros de Formación del Profesorado o desde aquellas instituciones o universidades que establezcan convenios con las respectivas CCAA.

La formación digital del profesorado, por la que se está apostando en la actualidad, no debe minusvalorar la realización de cursos presenciales donde, además del afianzamiento en técnicas experimentales, se pueden poner en común estrategias educativas que fortalezcan la función docente.

**En relación al apartado 6:
El alumnado**

10. El aprendizaje de la Física y Química en el primer ciclo de la ESO (cursos 2º y 3º) debe ser fundamentalmente cualitativo y contribuir a la alfabetización científica de los jóvenes, independientemente de la promoción de las vocaciones científicas.

Se recomienda al profesorado que en el primer ciclo de la ESO incida no sólo en los conocimientos científicos de esta materia sino en cómo se han generado.

11. El 4º de la ESO, donde aproximadamente un 50% de los estudiantes cursan la materia de “Física y Química”, es un periodo decisivo para acceder al conocimiento de los principios básicos de la Física y de la Química con un grado de organización ya importante. La consecución de este objetivo es básica para la toma de decisiones posteriores.

El profesorado debe ser consciente de la importancia del 4º curso de la ESO como periodo educativo en la formación científica de los jóvenes que han iniciado un posible itinerario hacia las ciencias.

12. La elección de la Física en 2º de Bachillerato es mayoritariamente masculina. Este hecho no se debe a razones de dificultad del razonamiento matemático, sino al ambiente social que no sólo favorece, sino que contribuye, a que las jóvenes se identifiquen más con los perfiles profesionales vinculados a estudios biosanitarios.

La comunicación informal entre colegas, la que generan los medios de comunicación (TV, prensa, redes sociales, etc.) o determinados roles femeninos muy asentados en nuestra sociedad, contribuyen a la percepción que las jóvenes tienen de su propio desarrollo personal y profesional. Este hecho es el que genera en ellas el convencimiento de que las salidas profesionales vinculadas al amplio espectro biosanitario o a la docencia (nivel de Infantil y Primaria) son las más adecuadas.

La política educativa de nuestro país debería contrarrestar las percepciones de carácter sociológico de las jóvenes respecto a los estudios científico-tecnológicos, que tanta fuerza tienen en la actualidad. El Ministerio de Educación, junto a otras instituciones, está llamado a liderar actuaciones que pongan de manifiesto la importancia de que las jóvenes realicen estudios superiores vinculados a perfiles profesionales relacionados con las ciencias puras y las ingenierías.

La puesta en marcha de programas de divulgación en los que se visibilice el trabajo desarrollado por mujeres en todos los ámbitos de la Física puede ayudar a cambiar dicha percepción.

Una posible estrategia de actuación para atraer a las alumnas a estudiar Física es tratar de cambiar la percepción que la sociedad en su conjunto tiene de ella. De esta forma, se puede enriquecer la imagen de la Física, destacando su contribución a la solución de problemas sociales y políticos, su aplicación en asuntos más solidarios, buscando así una motivación y un atractivo para las mujeres.

13. El número de estudiantes que cursan el Bachillerato de Ciencias e Ingeniería (BCT) ha pasado en los últimos años a ocupar la segunda posición, tras los que cursan el Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales (BHCS). El número de mujeres en el BCT es inferior al de los varones. Los porcentajes de hombres y mujeres, tanto en 1º como en 2º, se mantienen estabilizados a lo largo del quinquenio estudiado (2011/12–2015/16), estando claramente masculinizados, ya que la proporción hombres/mujeres es de 1,16. Por otra parte, esta proporción no se refleja cuando se analizan las actividades de excelencia, como es la participación de los estudiantes en las Olimpiadas de Física. La proporción de alumnas que llegan a la fase final de la Olimpiada Española de Física (OEF) oscila entre el 10% y el 15% del total.

Sería aconsejable una mayor sensibilidad del profesorado para mejorar la participación de las mujeres en actividades de excelencia que tengan relación con la Física como, por ejemplo, las Olimpiadas de Física.

**En relación al apartado 7:
La Física en las Pruebas de Acceso a la Universidad**

14. Las matizaciones realizadas por las comisiones de coordinación de las pruebas de acceso a la Universidad en el periodo de implantación de la LOMCE con relación al currículo oficial han supuesto que los resultados sean muy semejantes a los obtenidos en el periodo LOE.

Al comparar los datos de elección de las materias científicas (“Física” y “Química”) de las PAU globalmente, y también de las EBAU, se pone de manifiesto que prácticamente se mantienen constantes a lo largo del periodo estudiado.

El porcentaje de elección de Matemáticas II en las EBAU ha aumentado de manera significativa como consecuencia del nuevo diseño de las pruebas.

El porcentaje de alumnas que se examinan de Química se mantiene como el más alto de la serie PAU, cuando se podían elegir las materias tanto en la fase general como en la específica. Sin embargo, los porcentajes de elección de Física, también por el colectivo de alumnas, está en torno al 12%–13% (sumando fase general y específica), manteniéndose como el más bajo de la serie PAU, con una diferencia importante con relación a Matemáticas II y a Química. Cuando el porcentaje se refiere al total de alumnos, la elección de Física está en torno al 22%–23%.

Para incrementar los porcentajes de elección de la Física al finalizar el Bachillerato, deben implementarse políticas educativas que motiven a los estudiantes en este sentido. Estas políticas no deben quedar reducidas a actuaciones en el último curso del Bachillerato sino que deben iniciarse en cursos anteriores.

El porcentaje tan bajo en la elección de Física por las alumnas frente al de Química requiere que las políticas educativas sean más intensas en este ámbito.

La responsabilidad de estas actuaciones debería ser asumida decididamente por el Ministerio de Educación conjuntamente con las CCAA.

15. Los índices de referencia anteriormente citados, con parámetros en el ámbito nacional, permiten establecer comparaciones con los resultados que se obtienen en cada una de las CCAA. La elección de las materias científicas guarda un cierto grado de relación con las características propias de cada Comunidad Autónoma, relativas a la organización de su sistema educativo y a los aspectos sociales, culturales, históricos, económicos,... del territorio.

La variabilidad que se presenta en la elección de la Física en las PAU y EBAU en las diferentes CCAA debe llevar a una reflexión sobre estos hechos. Sería pertinente que se realice desde un observatorio educativo local con participación de representantes de todos los sectores de la comunidad educativa: profesores, estudiantes, responsables de la Administración Educativa y, en especial, de las universidades como organizadoras de las Pruebas de Acceso a la Universidad.