



# La Física del siglo XX en las pruebas de acceso a la Universidad. Un análisis comparativo entre comunidades autónomas

Sergio García-Sánchez y Francisco González-García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Granada, España.

[Recibido el 30 de septiembre de 2023, aceptado el 18 de enero de 2024]

**Resumen:** En este trabajo se realiza un análisis comparativo de las Pruebas de Acceso a la Universidad de la materia de Física de 2º de Bachillerato, entre los años 2010 y 2022, de las comunidades autónomas de Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia. El análisis se concreta en el bloque curricular de "Física del siglo XX" comparándose la estructura de la prueba, la presencia de contenidos y de los criterios de evaluación prescritos en la legislación educativa. Se analizaron 183 pruebas encontrándose 243 preguntas sobre dicho bloque. Se constata que no todos los contenidos y criterios están presentes y las diferencias existentes entre las comunidades en los diversos aspectos de las pruebas, sugiriéndose las implicaciones educativas que tales diferencias suponen para el sistema de acceso a los estudios universitarios en España.

**Palabras clave:** pruebas de acceso a la universidad; enseñanza de la física; física del siglo XX.

## Twentieth-century physics in university entrance exams: a comparative analysis between regions in Spain

**Abstract:** This article presents a comparative analysis of the testing of physics in university entrance exams in Andalusia, Castile-La Mancha, Extremadura and Murcia between 2010 and 2022. The analysis focuses on the subject 'Twentieth-century physics', and compares the structure, contents and assessment criteria of the test as prescribed in educational legislation. A survey of 183 tests revealed 243 questions relating to the subject. The results show that not all subject contents and assessment criteria are represented in the tests, and that differences exist between regions in various aspects of the test. The analysis concludes by highlighting the educational implications of these differences in relation to the system of access to university studies in Spain.

**Keywords:** university entrance examinations; physics teaching; twentieth-century physics.

## Introducción

Las pruebas de acceso a la Universidad española (en adelante PAU) tienen un largo recorrido en la historia de la educación de nuestro país, iniciándose en el año 1975 como derivación de la ley Esteruelas de 1974 y a su vez por la implantación de la ley general educativa de 1970 (Cantó, 2018). En los sucesivos y numerosos cambios legislativos ocurridos desde entonces la denominada “Selectividad” entre los estudiantes ha visto modificada su denominación en numerosas ocasiones. Así, podemos encontrar cronológicamente denominaciones como Prueba de Aptitud para el Acceso a la Universidad (PAAU), Prueba de Acceso a los Estudios de Grado (PAEG, en algunas comunidades autónomas), Evaluación para el acceso a la Universidad (PEVAU o EBAU, según comunidades). De forma genérica mantenemos la denominación de PAU en este trabajo.

La estructura general de la PAU se mantuvo sin grandes cambios significativos hasta el año 2010 en el cual, por adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, se aumentó de forma significativa el peso ponderado de la calificación en las materias optativas que el estudiante cursaba y de las que se evaluaba en la prueba, dependiendo la ponderación de los estudios de grado universitario que deseara cursar tras superar la PAU. Desde ese año, la calificación final podía ser de hasta 14 puntos (6 puntos derivados de la nota media del Bachillerato, 4 puntos derivados de la calificación en la parte de la prueba general de selectividad y hasta 4 puntos adicionales por las asignaturas específicas de la especialidad de Bachillerato). Esta estructura se mantuvo hasta el año 2020, en que debido a la pandemia de COVID-19 y sus consecuencias en la enseñanza del Bachillerato, la prueba presenta un abanico mayor de preguntas facilitando la elección que realizan los estudiantes al responder las cuestiones que se plantean. Esta estructura con mayor flexibilidad para los estudiantes previsiblemente se mantendrá hasta 2025, año en que se prevé una modificación de la PAU de acuerdo con la LOMLOE, la nueva ley educativa en vigor.

Desde la perspectiva de la investigación educativa las pruebas PAU ofrecen un abanico muy amplio de posibilidades de estudio, tales como la diferencia de calificaciones entre el Bachillerato y estas pruebas (Gaviria, 2005), la diferencia de calificaciones entre los propios exámenes de la PAU en función de los correctores (Mengual et al., 2019), la diferencia de calificaciones en función de las comunidades autónomas (Ruiz de Gauna y Sarasua, 2013) o la diferencia de calificaciones en función del género de los estudiantes (Manzano et al., 2011). Ruiz-Lázaro (2021) ha diferenciado cinco grandes tipos de investigaciones sobre las Pruebas PAU: a) las basadas en el modelo de acceso a la Universidad; b) las relacionadas con las calificaciones y las variables que en éstas influyen; c) las que comparan modelos de distintos países; d) las basadas en la metodología y la psicometría de los exámenes; y e) las que estudian otras vías de acceso a los estudios universitarios.

El trabajo que aquí se presenta analiza las características psicométricas de estructura, contenidos y evaluación de las pruebas, y además realiza una comparación entre diferentes comunidades autónomas de España. Es bien conocido el carácter terminal de los estudios en el segundo curso de Bachillerato, dirigidos casi en exclusividad a la preparación de la PAU, y son diversos los trabajos que ponen de manifiesto que lo que se enseña y el cómo se enseña de las materias objeto de PAU viene marcado por la estructura y contenidos de dichas pruebas (Franco-Mariscal et al., 2015; Esquivel-Martin et al., 2022; Oliva et al., 2018). Estos trabajos coinciden en la necesidad de coordinar el diseño de las pruebas y su corrección; siendo exhaustivo el análisis realizado en las pruebas de Lengua Castellana y Literatura (Ruiz-Lázaro y González, 2017) y de Inglés (Ruiz-Lázaro et al., 2021).

En materias de Ciencias, y hasta donde es conocido, se han analizado las asignaturas de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente en la comunidad de Madrid entre 1994 y 2002 (Rebollo y Nieda, 2005), y Química en la comunidad andaluza entre 2002 y 2013

(Franco-Mariscal et al., 2015); en Biología hay estudios centrados en un curso académico y/o en parte de los contenidos de pruebas de acceso en Madrid y Cataluña (Esquivel-Martin et al., 2022; Menoyo, 2003), y el análisis realizado sobre los contenidos de Genética en la PAU de cuatro comunidades autónomas (Sánchez-Pérez y González-García, 2023).

La materia de Física del segundo curso de Bachillerato al examinarse en la PAU tiene la ponderación máxima (0,2 x calificación de la prueba específica de Física) para el acceso en todo los grados de ciencias tecnológicas y en las ingenierías, tal y como se recoge en la legislación de las comunidades autónomas estudiadas (por ejemplo, en Andalucía BOJA, en la Resolución de 14 de junio de 2018). En estos grados, desde el cambio de formato en la PAU como consecuencia de la pandemia de COVID-19, las notas de acceso han subido notablemente y cada vez tienen mayor demanda por estudiantes debido a la elevada tasa de empleabilidad para sus egresados. Esta problemática, común en otras disciplinas de ciencias de la salud, como es el acceso al grado de Medicina, genera debates sobre la diferencia de dificultad entre los exámenes en función de las comunidades autónomas donde tengan lugar, ya que la nota de la PAU permite acceder a cualquier Universidad pública española (Aunión, 2022; Silió, 2022; Zafra, 2022).

Con estos precedentes, el objetivo de nuestro estudio es comparar las pruebas PAU de la asignatura de Física en el bloque “Física del siglo XX” de cuatro comunidades autónomas, Andalucía, Castilla-La Mancha., Extremadura y Murcia, en el periodo 2010-2022. Se analizará: la estructura general de estos exámenes en cada comunidad autónoma, así como las preguntas correspondientes a dicho bloque en lo relativo a la presencia de cuestiones que abarquen estos contenidos y sus respectivos criterios de evaluación (en adelante CE) descritos en la legislación educativa, y las puntuaciones otorgadas a esas preguntas.

### **Metodología del estudio**

Dentro de la materia de Física del segundo curso de Bachillerato, el estudio eligió el bloque 6 de contenido del Real Decreto 1105/2014, denominado “Física del siglo XX” (con anterioridad denominado “Introducción a la Física moderna”). Se ha escogido este bloque por ser el más cercano a la actualidad, lo que conlleva que también haya más posibilidades de que los estudiantes tengan algún conocimiento previo de él procedente de la cultura general, y muestren mayor interés. Los estudiantes de ciencias conocen a Albert Einstein, y habrán oído conceptos como el de fusión nuclear, pero seguramente no sepan completamente por qué Albert Einstein es célebre, o en qué consiste exactamente la fusión nuclear. Este bloque de Física despeja este tipo de dudas, lo cual lo hace uno de los bloques más atractivos de la asignatura en el curso final de bachillerato. Otros bloques como, por ejemplo, el de “interacción electromagnética” presenta conceptos que para la gran mayoría de los estudiantes son totalmente nuevos, lo cual puede contribuir a que sea menos atractivo.

Hasta donde conocemos no hay un análisis comparativo sobre las pruebas PAU de la materia de Física y se ha realizado sobre las pruebas de cuatro comunidades autónomas del sur de España. En concreto de la Comunidad Autónoma de Andalucía, comunidad autónoma española que mayor número de universidades públicas posee (nueve universidades: Universidad de Almería, Universidad de Granada, Universidad de Málaga, Universidad de Córdoba, Universidad de Jaén, Universidad de Sevilla, Universidad Pablo de Olavide, Universidad de Cádiz y Universidad de Huelva) y en la que la coordinación que tienen que llevar a cabo estas universidades entre sí para realizar un examen único para la PAU es bastante notorio (Carazo, 2010); así como de las comunidades de Castilla-La Mancha, Extremadura y la Región de Murcia, comunidades autónomas próximas geográficamente a Andalucía, lo que conlleva que muchos estudiantes acaben solicitando plazas

en las universidades de estas comunidades. En estos casos los esfuerzos de coordinación entre universidades a la hora de elaborar los exámenes de la PAU son mucho menores, ya que en Castilla-La Mancha y Extremadura sólo hay una universidad pública (Universidad de Castilla-La Mancha y Universidad de Extremadura), y la Región de Murcia posee dos (Universidad de Murcia y Universidad Politécnica de Cartagena).

Se han recogido los exámenes de las convocatorias ordinaria y extraordinaria, en el período comprendido entre el curso 2009-2010 (PAU 2010, el primer curso en el que se aumentó a 14 puntos la calificación máxima de la PAU al aumentar la ponderación de algunas optativas), y el curso 2021-2022 (PAU 2022). En total de esos 13 años, se han analizado 184 pruebas o exámenes (46 por comunidad autónoma), que se desglosan de la siguiente manera: de 2010 a 2019 había una opción A y una opción B en cada convocatoria (ordinaria en junio y extraordinaria, bien en septiembre, luego en julio), y de 2020 a 2022, se pasó a una opción única con el doble de preguntas (en cada convocatoria) como consecuencia de la pandemia de COVID-19.

Se ha analizado la estructura general de los exámenes de Física de cada comunidad autónoma, y de forma más concreta, las preguntas con contenidos correspondientes al bloque de Física del siglo XX. De estas últimas, se ha analizado el tipo de pregunta que podían ser de tres tipos: cuestiones que requieren respuestas meramente de conocimientos teóricos (pregunta de teoría), cuestiones que requieren cálculos y su resolución solo es numérica (problema numérico) y un tercer tipo que requiere tanto una parte teórica como cálculo numérico, generalmente combinado en dos apartados. También se analizó la puntuación máxima que se podía obtener y la presencia de los CE correspondientes a este bloque. Respecto a la puntuación, no ha sido posible consultar los criterios de calificación específicos que utilizan los tribunales de calificación pues estos no siempre se publican en las páginas consultadas y disponibles de las consejerías educativas correspondientes. En concreto las pruebas están disponibles en los siguientes enlaces:

Andalucía: [https://www.juntadeandalucia.es/economiaconocimientoempresasyuniversidad/sguit/?q=grados&d=g\\_b\\_examenes\\_antiguos.php](https://www.juntadeandalucia.es/economiaconocimientoempresasyuniversidad/sguit/?q=grados&d=g_b_examenes_antiguos.php)

Castilla-La Mancha: <https://www.uclm.es/perfiles/preuniversitario/acceso/evau/modelospropuestos>

Extremadura: [https://www.unex.es/organizacion/gobierno/vicerrectorados/vicealumno/funciones/car\\_20050411\\_001](https://www.unex.es/organizacion/gobierno/vicerrectorados/vicealumno/funciones/car_20050411_001)

Región de Murcia: <https://examenesacceso.um.es/examenesacceso/indexacceso.seam>

En el análisis de los contenidos del bloque de Física que se solicitaban en las PAU se han tenido en consideración los CE de este bloque, recogidos en el Real Decreto 1105/2014, los cuales textualmente son: CE1. Valorar la motivación que llevó a Michelson y Morley a realizar su experimento y discutir las implicaciones que de él se derivaron. CE2. Aplicar las transformaciones de Lorentz al cálculo de la dilatación temporal y la contracción espacial que sufre un sistema cuando se desplaza a velocidades cercanas a las de la luz respecto a otro dado. CE3. Conocer y explicar los postulados y las aparentes paradojas de la física relativista. CE4 .Establecer la equivalencia entre masa y energía, y sus consecuencias en la energía nuclear. CE5. Analizar las fronteras de la física a finales del s. XIX y principios del s. XX y poner de manifiesto la incapacidad de la física clásica para explicar determinados procesos. CE6. Conocer la hipótesis de Planck y relacionar la energía de un fotón con su frecuencia o su longitud de onda. CE7. Valorar la hipótesis de Planck en el marco del efecto fotoeléctrico. CE8. Aplicar la cuantización de la energía al estudio de los espectros atómicos e inferir la necesidad del modelo atómico de Bohr. CE9. Presentar la dualidad onda-corpúsculo como una de las grandes paradojas de la física cuántica. CE10.

Reconocer el carácter probabilístico de la mecánica cuántica en contraposición con el carácter determinista de la mecánica clásica. CE11. Describir las características fundamentales de la radiación láser, los principales tipos de láseres existentes, su funcionamiento básico y sus principales aplicaciones. CE12. Distinguir los distintos tipos de radiaciones y su efecto sobre los seres vivos. CE13. Establecer la relación entre la composición nuclear y la masa nuclear con los procesos nucleares de desintegración. CE14. Valorar las aplicaciones de la energía nuclear en la producción de energía eléctrica, radioterapia, datación en arqueología y la fabricación de armas nucleares. CE15. Justificar las ventajas, desventajas y limitaciones de la fisión y la fusión nuclear. CE16. Distinguir las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza y los principales procesos en los que intervienen. CE17. Reconocer la necesidad de encontrar un formalismo único que permita describir todos los procesos de la naturaleza. CE18. Conocer las teorías más relevantes sobre la unificación de las interacciones fundamentales de la naturaleza. CE19. Utilizar el vocabulario básico de la física de partículas y conocer las partículas elementales que constituyen la materia. CE20. Describir la composición del universo a lo largo de su historia en términos de las partículas que lo constituyen y establecer una cronología del mismo a partir del Big Bang. CE21. Analizar los interrogantes a los que se enfrentan los físicos hoy en día.

En las PAU de los años 2010 a 2014, los CE aplicados estaban recogidos en el Real Decreto 1467/2007, pero en este último no aparecían Estándares de Aprendizaje Evaluables desglosados, y solo se desarrollaban nueve CE para toda la asignatura de Física. De éstos, los correspondientes al bloque 6 (allí denominado “Introducción a la Física moderna”) eran tres, los citados como 7 (Utilizar los principios de la relatividad especial para explicar una serie de fenómenos: la dilatación del tiempo, la contracción de la longitud y la equivalencia masa-energía), 8 (Conocer la revolución científico-tecnológica que tuvo su origen en la búsqueda de solución a los problemas planteados por los espectros continuos y discontinuos, el efecto fotoeléctrico, etc., y que dio lugar a la Física cuántica y a nuevas y notables tecnologías) y 9 (Aplicar la equivalencia masa-energía para explicar la energía de enlace de los núcleos y su estabilidad, las reacciones nucleares, la radiactividad y sus múltiples aplicaciones y repercusiones).

En la siguiente Tabla 1 se recogen los CE de los Reales Decretos 1467/2007 y 1105/2014 y la equivalencia encontrada entre ellos y que hemos usado en el análisis de las pruebas. Para evitar diferencias y dadas estas equivalencias, cuando se numere un CE siempre hará referencia a los del Real Decreto 1105/2014. En ocasiones en las cuestiones de las pruebas hay presencia de más de un CE, lo cual se contabilizó debidamente. En el análisis de los resultados se pudo comprobar que en los exámenes de los años 2010 a 2014 hay preguntas que corresponden a algunos de los CE no presentes como tales en RD 1467/2007 pero recogidos en el posterior, es decir los CE 16 a CE21.

**Tabla 1.** Equivalencia entre los CE de los RD 1467/2007 y 1105/2014

Real Decreto 1467/2007	Real Decreto 1105/2014
CE7: “Utilizar los principio de la relatividad...”	CE1, CE2, CE3 (Física relativista)
CE8: Conocer la revolución... que dio lugar a la Física cuántica...”	CE5, CE6, CE7, CE8, CE9, CE10 y CE11 (Física cuántica)
CE9: “Aplicar la equivalencia masa-energía...”	CE4, CE12, CE13, CE14, CE15 (Física nuclear)
No presentes	CE16, CE17, CE18, CE19 (interacciones y partículas fundamentales), CE20 (historia del Universo) y CE21 (Fronteras de la Física)

## Resultados

### Estructura general de la prueba

En las cuatro comunidades la estructura general se repite en las pruebas ordinaria y extraordinaria, la única diferencia ha sido que la prueba extraordinaria ha pasado del mes de septiembre al mes de julio en los años más recientes.

En Andalucía, la prueba específica de Física ha tenido tres estructuras en los 13 años estudiados. De 2010 a 2016, había dos opciones (A y B, el alumno elegía una opción completa) con 4 preguntas de 2 apartados cada una. Dos preguntas eran de contenidos teóricos y/o de razonamiento; y otras dos preguntas eran problemas numéricos. Cada uno de los ocho apartados tenía un valor de 1,25 puntos. De 2017 a 2019 se mantienen las dos opciones (A y B) pero con 4 preguntas de 2 apartados cada una, siendo el primer apartado teórico y el segundo siempre de aplicación numérica. Ambos apartados estaban relacionados entre sí, y seguían teniendo una puntuación máxima de 1,25 puntos. A partir de 2020, debido a la pandemia de COVID-19, se presentó una opción única de 8 preguntas en las que los estudiantes tenían que realizar 4 preguntas que ellos escogiesen. El formato de las preguntas, un apartado teórico y otro numérico, se mantuvo, pero ahora, el primer apartado tenía un valor máximo de 1 punto, y el segundo un valor máximo de 1,5 puntos.

En Castilla-La Mancha, desde 2010 al 2019, la prueba de Física constaban de 2 opciones, (A y B, a elegir completa) que tenían 2 problemas numéricos con un valor máximo de 3 puntos cada uno y 4 cuestiones teóricas con una calificación máxima de 1 punto cada una, de las cuales la última era siempre una cuestión experimental (se planteaba una situación de laboratorio en la que se tomaron una serie de datos con los que había que determinar algún parámetro). A partir de 2020, debido a la pandemia, los exámenes presentan una opción única con 4 problemas numéricos de 3 puntos cada uno de valor máximo, y 8 cuestiones (2 experimentales) de 1 punto cada una como máximo. Los estudiantes debían elegir y realizar 2 de los problemas numéricos, 3 de las cuestiones no experimentales y 1 de las cuestiones experimentales.

En Extremadura, de 2010 a 2019, los exámenes constaban de 2 opciones, (A y B, a elegir completa) las cuales consistían en 5 preguntas de 2 puntos cada una. Las 2 primeras eran preguntas de teoría (la primera de definición y la segunda de justificar un verdadero o falso), y el resto eran problemas numéricos. A partir de 2020, la prueba presenta una opción única con 10 preguntas de 2 puntos cada una, donde los estudiantes tenían que realizar las 5 preguntas que ellos eligiesen. Dos preguntas, las primeras, eran de teoría; se mantuvo la presencia de sólo una pregunta de verdadero o falso (la tercera pregunta). El resto eran problemas numéricos, en los que, si tenían 2 apartados, se justificaba cuánto valía cada apartado (normalmente 1 punto por apartado).

En la Región de Murcia, de 2010 a 2019, los exámenes constaban de 2 opciones, A y B (a elegir completa), con el siguiente formato: 2 preguntas de teoría de 1 punto cada una; 2 cuestiones de 1 punto cada una, que podían ser tanto de razonamiento teórico como de aplicación numérica; y 2 problemas de 3 puntos cada uno, teniendo cada problema 3 apartados de 1 punto cada uno. A partir de 2020, el formato cambió a una opción única con 4 preguntas de teoría, 4 cuestiones y 4 problemas, con las mismas puntuaciones descritas anteriormente. Los estudiantes debían elegir y realizar 2 preguntas de teoría, 2 cuestiones y 2 problemas.

### Contenidos de Física del siglo XX

En la Comunidad de Andalucía se encuentran preguntas de este bloque de contenidos en la mayoría de las opciones de la PAU, tan solo estaban ausentes en algunas opciones B de

pruebas extraordinarias de los años 2010 a 2012 y 2014 a 2016. También es notable que algunas preguntas o apartados de preguntas se repiten de forma casi literal o con muy pocos cambios. Por ejemplo, la cuestión “Definición del efecto de masa” se repite hasta en siete ocasiones en las PAU de 2010 a 2017, otras se repiten hasta en tres o cinco años, en ocasiones en años sucesivos.

En Castilla-La Mancha, el bloque de Física del siglo XX se encuadra siempre en las cuestiones no experimentales, y lo habitual es que se presente una pregunta de este bloque, solo en 2014 no hubo preguntas sobre estos contenidos. A diferencia de las otras comunidades, no se encontraron preguntas repetidas en todas las pruebas analizadas.

En Extremadura siempre se presenta una pregunta de este bloque curricular e incluso desde 2020 se ha aumentado a dos y hasta 3 preguntas. También hay repetición de preguntas pero tan solo en dos años de los analizados.

En Murcia las preguntas de Física del siglo XX se pueden encontrar en cualquiera de los tipos de preguntas descritos en la estructura general, y en número variable de uno hasta cuatro. Las preguntas de teoría se repiten muy a menudo, por ejemplo “Interacciones fundamentales” en seis años; “Tipos de radiaciones nucleares” en siete años; “Relatividad especial, postulados y repercusiones” en diez años, y en años sucesivos. Por el contrario los problemas numéricos no sufren repeticiones.

En Murcia se analizaron 78 preguntas que incluían 93 CE; en Castilla-La Mancha 66 preguntas con 76 CE y en Andalucía 46 preguntas con 74 CE. En Extremadura cada pregunta contenía un solo CE y se encontraron un total de 53 cuestiones del bloque de contenidos analizado. Se analizaron un total 243 preguntas con contenidos de Física del siglo XX.

En tres comunidades es común que se presenten preguntas que incluyan más de un CE por cuestión (se refleja en la tabla 2). Como ejemplo pongamos la cuestión de la PAU 2017 en Andalucía, en que se aprecia presencia de los CE 12 y CE 13, (contenidos de Física nuclear) CE 16 y CE 17 (Interacciones fundamentales). “Pregunta 4: A) Describa brevemente las interacciones fundamentales de la naturaleza. Compare su alcance e intensidad. B) El periodo de semidesintegración de un núclido radiactivo de masa atómica 109 u, que emite partículas beta, es de 462,6 días. Una muestra cuya masa inicial era de 100 g, tiene en la actualidad 20 g del núclido original. Calcule la constante de desintegración y la actividad actual de la muestra.  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .”

En la Tabla 2 se resume la presencia de los 21 CE prescritos en la legislación (RD 1105/2014), en cada una de las cuatro comunidades autónomas. Se señalan en color los dos CE con mayor representación en las preguntas de cada comunidad (verde para el primer bloque más presente y azul para el segundo más representado).

Hay semejanzas entre las cuatro comunidades pues diversos CE están presentes en valores elevados y similares (por ejemplo CE7, CE9, CE12); sin embargo también se aprecian claras diferencias en otro CE que tienen una elevada presencia en alguna comunidad y muy escasa en otras e incluso ausentes (por ejemplo CE3, CE4, CE6, CE13, CE14, CE15). En todas las comunidades hay CE que nunca se cuestionan en las preguntas PAU. Así, en Andalucía y Extremadura once y diez CE, respectivamente, no están presentes (prácticamente la mitad de los que dicta la legislación), 14 en Castilla-La Mancha (lo que supone que 2 de cada 3 no se preguntan) y 7 en Murcia (siendo esta comunidad donde hay un mayor reparto de CE que se cuestionan en las pruebas de acceso). Los CE1, CE 2, CE8 y CE 18 no aparecen en ningún caso., estando totalmente ausentes de la pruebas de acceso. En base a lo descrito en el propio Decreto 1105/2014, y también al anterior 1467/2007, se pueden establecer una relación entre los CE y los contenidos de Física del siglo XX apreciándose siete bloques de contenidos. Su presencia en las cuestiones de la PAU se resume en la Tabla 3.

**Tabla 2.** Presencia de los criterios de evaluación (CE) en las preguntas con contenidos de Física del siglo XX en las PAU de las cuatro comunidades estudiadas entre los años 2010 a 2022. Cada columna presenta el número de criterios de evaluación (CE) encontrados y entre paréntesis el porcentaje sobre el total de esos criterios (N). La última fila recoge el número total de preguntas (P) que contenían CE.

	Andalucía	Castilla-La Mancha	Extremadura	Murcia
CE1: Michelson-Morley	0	0	0	0
CE2: Lorentz	0	0	0	0
CE3: Paradojas	0	0	3 (5,7 %)	11 (11,8 %)
CE4: Energía nuclear	14 (18,9 %)	0	2 (3,8 %)	6 (6,5 %)
CE5: Fronteras	1 (1,4 %)	0	1 (1,9 %)	1 (1,1 %)
CE6: Hipótesis Planck	0	9 (11,8 %)	3 (5,7 %)	18 (19,3 %)
CE7: Efecto fotoeléctrico	15 (20,2 %)	12 (15,8 %)	7 (13,2 %)	12 (13 %)
CE8: Modelo de Bohr	0	0	0	0
CE9: Onda-corpúsculo	7 (9,5 %)	13 (17,1%)	12 (22,7%)	8 (8,6 %)
CE10: Mecánica cuántica	0	0	1 (1,9 %)	0
CE11: Láser	0	1 (1,3 %)	0	0
CE12: Radiación	10 (13,5%)	10 (13,2%)	6 (11,4%)	8 (8,6 %)
CE13: Masa nuclear	9 (12,1 %)	16 (21,1%)	14 (26,4%)	7 (7,5 %)
CE14: Energía nuclear	10 (13,5 %)	15 (19,7%)	2 (3,8 %)	3 (3,2%)
CE15: Fisión y fusión	6 (8,1%)	0	2 (3,8%)	0
CE16: 4 Interacciones	1 (1,4 %)	0	0	8 (8,6 %)
CE17: Formalismo único	1 (1,4%)	0	0	1 (1,1%)
CE18: Teorías unificación	0	0	0	0
CE19: Física de partículas	0	0	0	4 (4,3 %)
CE20: Cronología universo	0	0	0	3 (3,2 %)
CE21: Interrogantes	0	0	0	3 (3,2 %)
	N=74	N=76	N=53	N=93
	P= 46	P= 66	P= 53	P= 78

**Tabla 3.** Presencia de los contenidos de Física del siglo XX en las preguntas de PAU de las cuatro comunidades estudiadas en los años 2010 a 2022. Los contenidos se han agrupado por temáticas relevantes según lo establecido en el RD 1105/2014. Los datos por columnas se proporcionan en porcentaje sobre el total de CE (N) encontrado y analizado en cada comunidad.

	Andalucía	Castilla-La Mancha	Extremadura	Murcia
Física relativista (CE1, CE2, CE3)	0	0	6	12
Física cuántica (CE5, CE6, CE7, CE8, CE9, CE10, C11)	31	46	45	42
Física nuclear (CE4, CE12, CE13, CE14, CE15)	66	54	49	26
Interacciones y partículas fundamentales (CE16, CE17, CE18, CE19)	3	0	0	14
Historia del universo (CE20)	0	0	0	3
Fronteras de la Física (CE21)	0	0	0	3
	N= 74	N= 76	N= 53	N= 93

Los bloques de Física cuántica y nuclear son los que ocupan un mayor porcentaje de preguntas en las PAU, acordes a los propios descriptores del curriculum, pero su presencia en las cuatro comunidades no es totalmente homogéneo, destacando la región de Murcia en su diferenciación. Tan solo el bloque de Física cuántica es similar en todos los casos. En tres comunidades la Física nuclear ocupa la mitad o más de los CE planteados en las preguntas, pero en Murcia solo una cuarta parte. En Andalucía dos terceras partes de las cuestiones del bloque de Física del siglo XX tratan de la Física nuclear. Solo Murcia cuestiona sobre la Historia del Universo y Fronteras de la Física; y otros bloques como la Física relativista no aparecen en Andalucía ni en Castilla-La Mancha.

Junto a las diferencias que podemos apreciar de esta descripción cuantitativa, hemos de resaltar también que constatamos que unos mismos contenidos pueden ser preguntados de formas diferentes, lo cual puede implicar una mayor o menor dificultad para las respuestas de los estudiantes. Por ejemplo: “Explique la hipótesis de De Broglie” (PAU Andalucía 2014); “Enuncie la hipótesis de De Broglie” (PAU Castilla-La Mancha 2010); “Hipótesis de De Broglie. Dualidad onda-corpúsculo” (PAU Murcia 2010). La mayoría de las cuestiones teóricas se plantean de forma similar en las diferentes comunidades pero, como se comentó en la descripción de la estructura general de la prueba, según comunidades podemos encontrar problemas numéricos por separado o como parte de preguntas teóricas que requieren algún tipo de cálculo. Estas semejanzas o diferencias entre los enunciados tienen un reflejo importante cuando se estudia las puntuaciones que se otorgan a las diferentes preguntas y en función de la estructura general de la prueba.

**Tabla 4.** Puntuación máxima otorgada a las cuestiones de Física del siglo XX planteadas en las PAU de las cuatro comunidades en los años 2010 a 2022. En cada comunidad la fila superior corresponde a la prueba ordinaria (junio) y la inferior a la prueba extraordinaria (julio o septiembre). En cada casilla el primer valor corresponde a la opción A y el segundo valor a la opción B. En los años 2020 a 2022 solo había una opción.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Andalucía	2,5- 2,5	5	5	5									
	2,5- 0	2,5- 0	2,5- 0	2,5- 2,5	2,5- 0	2,5- 0	2,5- 0	2,5- 2,5	2,5- 2,5	2,5- 2,5	5	5	5
Castilla-La Mancha	1- 1	1- 1	1- 1	1- 2	1- 0	1- 1	1- 2	1- 1,5	1- 2	2- 1	2	2	3
	1- 1	1- 1	1- 1	1- 1	1- 0	2- 1	2- 1	2- 1	1- 2	2- 2	4	2	3
Extremadura	2- 2	2	4	4									
	2- 2	2	4	6									
Murcia	1- 1	1- 1	2- 1	1- 3	2- 2	3- 2	1- 3	1- 2	1- 5	2- 2	5	5	3
	1- 1	4- 1	1- 4	1- 3	2- 2	1- 1	2- 1	3- 3	4- 2	1- 2	2	2	6

Como se describió anteriormente, la estructura de las pruebas en cuanto a tipos de preguntas (teóricas y de razonamiento teórico o problemas con cálculos numéricos) y su división en apartados y las calificaciones máximas que se otorgan a cada pregunta y sus apartados es bastante diversa por comunidades, incluso en Andalucía se modificó en

2017 respecto a años anteriores; y desde 2020 todas las comunidades modificaron el formato por el efecto de la pandemia. La distribución de las preguntas relativas al bloque de Física del siglo XX en función de todos estos elementos genera una gran diversidad en las posibles calificaciones máximas que podrían obtener los estudiantes al responder a esas cuestiones, incluso dentro de una misma comunidad según la opción A o B que eligieran y también según realizara la convocatoria ordinaria o la extraordinaria. En la tabla 4 se resumen estas diferencias encontradas. Destacamos que los cambios introducidos desde 2020 provocan que desaparezcan las diferencias por opciones A o B, al haber solo una, y también se altera el reparto de calificaciones máximas por convocatorias (ordinaria o extraordinaria).

Es notorio que en Extremadura hay una clara igualdad en todos los años tanto por opción A o B que se eligiera por el estudiante, como por convocatoria ordinaria o extraordinaria; mientras que en las otras comunidades la puntuación máxima obtenible al contestar en este bloque de contenidos puede ser muy distinta según los años de la PAU (en particular en Murcia), o según la opción A o B que se elija o según la convocatoria ordinaria o extraordinaria.

### **Discusión y conclusiones**

Ruiz-Lázaro (2021) en su estudio sobre las tres materias comunes en todas las comunidades autónomas (Lengua castellana y Literatura, Historia Contemporánea de España e Inglés) concluye que en muchas comunidades no se cumple adecuadamente la normativa pues hay bloques de contenidos que no se evalúan en modo alguno. En otros casos aprecia que por estructura y puntuación las pruebas no son equiparables, e igualmente por nivel de complejidad, criterios de corrección y otros factores no se da homogeneidad entre las pruebas de distintas comunidades. Por tanto las diferencias de rendimiento entre los estudiantes pueden verse afectadas por estas características de las pruebas PAU, y dado que los estudiantes pueden elegir entre cualquier universidad española, sin diferenciar la comunidad en que realizaron la prueba, esto puede generar desequilibrios y agravios de comparación. Sánchez-Pérez y González-García (2023) coinciden en este diagnóstico de diferencias aplicado a parte de los contenidos de la materia de Biología en las mismas comunidades que en este trabajo y en un periodo de diez años.

En este trabajo constatamos que las pruebas de Física analizadas en las cuatro comunidades tan solo hay en común la estructura general de dos opciones A o B (entre 2010 y 2019) o una opción con gran optatividad para los estudiantes (desde 2020 a 2022); pero más allá de este marco general, la estructura específica con la que se puede preguntar sobre un bloque de contenidos es muy variable. Centrados en el bloque de la Física del siglo XX (bloque 6 de contenidos del curriculum en el RD 1105) vemos cómo la estructura de las preguntas tiene cierta semejanza al dividirse en apartados, pero subyacen formas muy diversas de presentarse y de combinarse. Así, algunos enunciados pueden derivar en mayor o menor dificultad en su respuesta. Sobre el ejemplo mostrado en resultados, podemos preguntarnos: ¿Es lo mismo enunciar que explicar una hipótesis? ¿O acompañar la pregunta con un añadido que dirige la posible respuesta? También encontramos casuísticas muy diversas con preguntas que combinan teoría con problemas numéricos o preguntas en que se pide razonar si un enunciado es verdadero o falso, o preguntas con cuestiones de tipo experimental.

Mayores diferencias aún podemos encontrar al estudiar qué contenidos del bloque analizado se pregunta con mayor o menor frecuencia, con presencia o ausencias relevantes entre distintas comunidades (Tabla 2 y 3 de resultados). En el caso de la ausencia continuada de preguntas de algunas partes del curriculum, y conocida la influencia que la PAU

tiene sobre la docencia en el segundo curso de Bachillerato (Oliva et al., 2018), cabe preguntarse bien si tiene sentido o lógica mantener esos contenidos en un currículum sobrecargado y que sin embargo nunca se preguntan o bien qué nivel de formación reciben los estudiantes si se les priva de la enseñanza de contenidos fundamentales de la Física y creemos particularmente atractivo para los estudiantes. En este sentido la región de Murcia presenta unas pruebas más diversas y en las que los estudiantes pueden ver que es posible que se cuestione sobre cualquier parte del currículum, al menos en este bloque, y por tanto sus pruebas podrían ser calificadas de mayor dificultad por el estudiantado. En las otras tres comunidades, para este bloque de Física del siglo XX, el estudio de solo una parte de los contenidos casi asegura poder responder a gran parte de las preguntas.

También se aprecia que no hay homogeneidad en las puntuaciones que se otorgan a este bloque, aunque esto viene derivado de las diferencias propias de la estructura del examen en cada comunidad. Resulta llamativo las diferencias manifiestas en tres comunidades, todas menos Extremadura, entre las opciones A o B de un mismo año y convocatoria o entre las convocatorias ordinaria y extraordinaria del mismo año (Tabla 4).

Dado que nuestro estudio no abarca toda la prueba de Física no podemos establecer una conclusión categórica sobre las diferencias, aunque en general todos los estudios realizados, y comentados con anterioridad, señalan la existencia de diferencias en la estructura, la relevancia dada a unos u otros contenidos y la valoración o puntuación que se les otorga en cada comunidad. A ello debemos unir las posibles diferencias entre los criterios de calificación que los tribunales apliquen que en la mayor parte de los casos no son conocidos. En definitiva, siguiendo el trabajo de Ruiz-Lázaro (2021), y en cuanto al bloque analizado podemos concluir que la PAU no es equivalente o equiparable en las cuatro comunidades analizadas.

Un estudio más amplio sobre otros bloques de contenidos en Física y en otras asignaturas sería pertinente en un momento en que las pruebas de acceso a la universidad se encuentran en una situación de espera a modificar según la nueva ley de educación. De hecho desde 2020, como resultado de la pandemia, se mantiene una estructura provisional que da mayor optatividad a los estudiantes y que se ha traducido en un incremento en las calificaciones y de las notas de corte en muchos grados (Zafra, 2022). La estructura provisional derivada de la pandemia, con sentido lógico en 2020 y 2021, se mantiene aún y parece no será modificada hasta 2025 o quizás más allá.

Parece necesario, en un momento de cambio, plantear propuestas que favorezcan la equidad entre las diferentes comunidades en sus pruebas de acceso a la universidad, corrigiendo en lo posible las diferencias que estudios como el presentado ponen de manifiesto y que pueden afectar al acceso de los estudiantes en diversos estudios de grado en ramas de Ciencia e Ingeniería.

### Referencias bibliográficas

- Aunión, J.A. (2022, 1 de julio). Notas de Selectividad 2022 por comunidades: los aprobados rozan el 96%. Recuperado de: <https://elpais.com/educacion/2022-07-01/notas-de-selectividad-2022-por-comunidades-los-aprobados-rozan-el-96.html>
- Cantó, P. (2018, 7 de junio). Todos los nombres que ha tenido el examen de acceso a la Universidad. Recuperado de: [https://verne.elpais.com/verne/2018/06/05/articulo/1528195323\\_449119.html](https://verne.elpais.com/verne/2018/06/05/articulo/1528195323_449119.html)
- Carazo, J.C. (2010). *Biología. Exámenes Oficiales Resueltos*. Ediciones del Laberinto SL.

- Esquivel-Martín T., Pérez-Martín J. M. y Bravo-Torija B. (2022) ¿Qué evalúan las preguntas sobre división celular en las pruebas de acceso a la universidad? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1104. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i1.1104](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1104)
- Franco-Mariscal R., Oliva J. M. y Gil A. (2015). Análisis de contenido de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química en Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 456-474. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i3.05](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.05)
- Gaviria, J.L. (2005). La equiparación del expediente de Bachillerato en el proceso de selección de alumnos para el acceso a la universidad. *Revista de Educación*, 337, 351-387.
- Manzano Agugliario, F., Martínez García, J. y García Cruz A. (2011). Las asignaturas de ciencias en las pruebas de acceso a la universidad: perspectiva de género. *Espiral. Cuadernos del profesorado*. 4 (8), 3-12. DOI: <https://doi.org/10.25115/ecp.v4i8.920>
- Mengual, E., Albarracín, L., Muñoz-Escolano, J. M., Oller-Marcén, A. M. y Gorgorió, N. (2019). Diseño de criterios para reducir la variabilidad en la calificación de exámenes de matemáticas en pruebas de acceso a la universidad. *PNA Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 13(2), 62–83. DOI: <https://doi.org/10.30827/pna.v13i2.7740>
- Menoyo M. P. (2003) Evaluación de habilidades científicas en las PAU de biología. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 37, 58-69.
- Oliva J.M., Franco Mariscal R., Gil Montero M.L.A. (2018). Influencia de las pruebas de acceso a la universidad en la metodología docente del profesorado de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(1), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.1.3197>
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007, 45381-45477. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-19184>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria y Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015, 169-546. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-37>
- Rebollo, L., y Nieda, J. (2005). Las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid. Análisis de las pruebas y evaluación de los resultados de los alumnos y su incidencia en la mejora de la práctica docente y el aprendizaje. *Pulso: Revista de Educación*, 28, 25-54. DOI: <https://doi.org/10.58265/pulso.4930>
- Resolución de 14 de junio de 2018, de la Dirección General de Universidades, por la que se hace público el Acuerdo de 4 de junio de 2018, de la Comisión del Distrito Único Universitario de Andalucía, por el que se establecen los parámetros de ponderación para el cálculo de la nota de admisión para el ingreso a las titulaciones de grado. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, de 22 de junio de 2018. Recuperado de: [https://www.juntadeandalucia.es/economiaconocimientoempresasyuniversidad/sguit/documentacion/BOJA18-120-00007-10752-01\\_00138088.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/economiaconocimientoempresasyuniversidad/sguit/documentacion/BOJA18-120-00007-10752-01_00138088.pdf)

- Ruiz de Gauna, J.R. y Sarasua, J. (2013). Estudio comparado de los resultados de las pruebas de acceso a la universidad en Cataluña, Comunidad Valenciana y País Vasco. *Ikastorratza. e-Revista de Didáctica*, 11, 1-24. Recuperado de: [https://www.ehu.eus/ikastorratza/11\\_alea/selec.pdf](https://www.ehu.eus/ikastorratza/11_alea/selec.pdf)
- Ruiz-Lázaro, J. (2021). *Acceso a la universidad en España. Análisis comparativo de las pruebas comunes por comunidades autónomas*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/70697/1/T42984.pdf>
- Ruiz-Lázaro, J. y González, C. (2017). Análisis de la Prueba de Lengua Castellana y Literatura que da acceso a la universidad: comparación entre las comunidades autónomas. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 69(3), 175-195. DOI: <https://doi.org/10.13042/Bordon.2017.50927>
- Ruiz-Lázaro, J., González, C. y Gaviria, J. L. (2021). Las pruebas de inglés para acceder a la Universidad. Una comparación entre Comunidades Autónomas. *Educación XX1*, 24(1), 233-270. DOI: <https://doi.org/10.5944/educXX1.26746>
- Sánchez-Pérez, M. J. y González-García, F. (2023). Análisis de los contenidos de Genética en las pruebas de acceso a la Universidad (2010-2019). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 2104. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i2.2104](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2104)
- Silió, E. (2022, 10 de julio) La escalada vertiginosa de notas en Bachillerato: los sobresalientes de los que llegan a Selectividad se doblan en seis años. Recuperado de: <https://elpais.com/educacion/secundaria-bachillerato-fp/2022-07-10/la-escalada-vertiginosa-de-notas-en-bachillerato-los-sobresalientes-de-los-que-llegan-a-selectividad-se-doblan-en-seis-anos.html#?rel=mas>
- Zafra, I. (2022, 22 de abril). ¿En qué comunidad es más fácil aprobar la Selectividad? Recuperado de: <https://elpais.com/educacion/2022-04-22/en-que-comunidad-es-mas-facil-aprobar-la-selectividad.html>