



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Análisis de los contenidos de Genética en las pruebas de acceso a la universidad (2010-2019)

Sánchez-Pérez, María José; González-García, Francisco

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, vol. 20, núm. 2, 2023

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956013>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2104

Análisis de los contenidos de Genética en las pruebas de acceso a la universidad (2010-2019)

Analysis of the contents of Genetics in the university entrance exams (2010-2019)

María José Sánchez-Pérez
Instituto de Educación Secundaria María Cabeza Arellano
Martínez, Mengíbar (Jaén), España
msanper240@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8876-9855>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2104
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956013>

Francisco González-García
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales,
Facultad de Ciencias de la Educación, Campus de Cartuja,
Universidad de Granada,, España
pagoga@ugr.es

 <https://orcid.org/0000-0001-8127-9792>

Recepción: 01 Septiembre 2022
Revisado: 11 Noviembre 2022
Aprobación: 19 Diciembre 2022

RESUMEN:

En este trabajo se comparan y analizan las preguntas y problemas de Genética planteados entre 2010 y 2019 en las pruebas de acceso a la universidad de cuatro comunidades autónomas (Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia). Tras analizar las 160 pruebas recogidas, se constata que existen diferencias entre las comunidades tanto en la estructura de las pruebas, la presencia o no de ciertos contenidos y sus valoraciones en la corrección. En relación a los problemas de Genética también se aprecian diferencias entre comunidades y se mantienen ciertos aspectos que son mejorables desde el punto de vista didáctico. Se plantea la necesidad de modificar las pruebas de acceso en función de la deseable equidad de las mismas.

PALABRAS CLAVE: enseñanza de la Biología, Genética, problemas de Genética, pruebas de acceso a la universidad.

ABSTRACT:

This paper compares and analyzes the questions and problems of Genetics raised between 2010 and 2019) in the university entrance exams of four autonomous communities (Andalucia, Castilla-La Mancha, Extremadura and Murcia). After analyzing the 160 tests collected, it is found that there are differences between the communities both in the structure of the tests, the presence or not of certain contents and their evaluations in the correction. In relation to Genetics problems, differences between communities are also appreciated and certain aspects that can be improved from the didactic point of view are maintained. The need to modify the entrance exams is raised according to the desirable equity of the same.

KEYWORDS: Biology teaching, Genetics, Genetics problems, university entrance examinations.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Las pruebas de acceso a la universidad, tal como se conocen en la actualidad, arrancaron en 1970 con la denominación de Prueba de Aptitud para el acceso a la Universidad (PAAU), aunque pronto se las conoció popularmente como Selectividad y a pesar de los cambios en su nombre oficial, sigue siendo la denominación común para los estudiantes que la realizan. Desde 2005, su denominación oficial se ha ido modificado a Prueba de acceso a la Universidad (PAU), luego Evaluación de bachillerato para el acceso a la universidad (EBAU) y actualmente Evaluación para el acceso a la universidad (EvAU). Estas pruebas se han

ido modificando en función de las sucesivas leyes educativas, aunque siempre han mantenido su objetivo de actuar como pruebas externas que controlaran y realizaran una segregación preuniversitaria (Franco-Mariscal *et al.*, 2015). El cambio más profundo en esta prueba se realizó en 1990 con la entrada en vigor de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo, la conocida LOGSE, que modificaba las asignaturas del segundo curso de Bachillerato. En 2010 se produjo otro cambio significativo con la Ley Orgánica de Educación, LOE, que dio un mayor peso a las notas de las materias optativas para el acceso a la universidad. En el curso 2016-2017, con la entrada en vigor de la LOMCE (Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa) se produjeron cambios menores en la prueba de acceso. Debido a la pandemia del COVID-19, durante los tres últimos cursos (2019-20, 2020-21 y 2021-22) la estructura se modificó para aumentar las opciones que se les presentaban a los alumnos en las preguntas de las diferentes asignaturas. Este aumento de optatividad parecía justificado por las dificultades en la enseñanza derivadas de la pandemia, en particular durante los años 2020 y 2021.

La modificación realizada en 2010 dio una ponderación elevada a ciertas asignaturas en las pruebas específicas y con ello la calificación de acceso del estudiante puede variar según el tipo de estudio que sea elegido posteriormente. Por ello, la elección de la asignatura específica en la prueba de acceso tomó gran importancia en función de los estudios que se quisieran cursar en el ingreso a la universidad. Es el caso de la asignatura de Biología de segundo de Bachillerato, materia de la fase específica de la prueba para los alumnos del bachillerato de Ciencias, que pondera de forma importante para el acceso a los estudios universitarios de Ciencias de la Salud, en particular para la carrera de Medicina, tradicionalmente uno de los estudios más demandados y con nota más elevada de entrada al sistema universitario, o a estudios de más reciente creación como son los grados de Bioquímica o Biotecnología, también con elevadas notas de acceso.

Las pruebas PAU son objeto de muy diversos análisis y desde perspectivas muy diferentes, muchas de ellas generalmente de tipo descriptivo sobre las calificaciones tales como las diferencias de notas entre la PAU y la nota previa de bachillerato (Gaviria, 2005) o las diferencias de notas entre comunidades (Ruiz de Gauna y Sarasua, 2013) o las diferencias en función del género de los estudiantes (Manzano *et al.*, 2011). El énfasis dado en las investigaciones sobre la PAU se ha ido modificando desde el estudio de la conveniencia de las pruebas en base a cada reforma educativa para luego derivar en estudios más específicos sobre las pruebas. Ruiz-Lázaro (2021) hace una síntesis sobre este tipo de investigaciones y las agrupa en cinco grandes tipos: (1) Sobre el modelo de acceso y su implantación; (2) sobre variables contextuales que influyen en los resultados de los estudiantes; (3) sobre las diversas características psicométricas de las pruebas; (4) comparativos entre países; y (5) sobre otras vías de acceso alternativas a la universidad.

En los estudios de las variables contextuales y con perspectiva desde la didáctica de las ciencias, resultan de interés los análisis que inciden en el aprendizaje y la correcta alfabetización científica de los estudiantes, así como qué tipo de contenidos son objeto de enseñanza por el profesorado. Dado el carácter terminal de los estudios en el segundo curso de Bachillerato, dirigidos casi exclusivamente a la preparación de la PAU (y podríamos eliminar el casi), diversos trabajos 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). Esta situación es común a otras materias diferentes a las científicas (López y Monteagudo, 2016) y también se da en otros países (Casanova, 2015).

Los estudios psicométricos que analizan la estructura, contenidos y evaluación de las pruebas habitualmente se enfocan en una única materia o en parte de ella o en una comunidad autónoma. En general, estos estudios coinciden en la necesidad de coordinar el diseño de las pruebas y su corrección; particularmente exhaustivo es el análisis en las pruebas de Lengua Castellana y Literatura (Ruiz-Lázaro y González, 2017) y de Inglés (Ruiz-Lázaro *et al.*, 2021). Hasta donde se conoce, en materias de Ciencias, 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).

En los contenidos de Biología del segundo curso de bachillerato, objeto de la PAU, la Genética es uno de los cinco bloques descritos en el curriculum común para las pruebas. Estos contenidos, tanto teóricos como en forma de problemas, son fundamentales para la formación actual en ciencias de la vida de los estudiantes y a la vez se han descrito como uno de los tópicos que presentan mayor dificultad para su enseñanza y aprendizaje en la biología (Lewis y Kattmann, 2004; Duncan y Reiser, 2007). De forma particular también es objeto habitual de estudio didáctico las dificultades en la resolución de los problemas de genética (Ayuso *et al.*, 1996), un tópico presente de forma común en las pruebas PAU y en la mayoría de las oposiciones de acceso y selección del profesorado de educación secundaria y bachillerato.

La prueba específica de Biología, como se ha indicado, tiene gran importancia en la ponderación para la nota de acceso en carreras muy solicitadas como Medicina y otras de la rama de Salud o Ciencias. En los últimos años, y fruto de la elevada competitividad para estos estudios, es habitual que los medios de comunicación incidan en sus publicaciones en las altas calificaciones necesarias para su acceso, y se producen comentarios y críticas sobre que las pruebas de acceso no son equivalentes entre comunidades autónomas, lo que influye y afecta en las posibilidades de los estudiantes, dado que la calificación obtenida en una comunidad sirve para acceder a cualquier universidad del estado (Aunión, 2022; Rosado, 2022; Silió, 2022; Zafra, 2022). Más allá de polémicas anuales y puntuales, lo cierto es que el segundo curso de bachillerato se ha transformado, desde tiempo atrás, en un curso preparatorio para la prueba de acceso (Franco-Mariscal *et al.*, 2015), con la importancia e influencia que ello supone para los estudiantes. Aunque su evaluación solo suponga un 40% de la calificación final de la PAU, y siendo el nivel de aprobados elevadísimo, los resultados de estas pruebas son una fuente continua de comparación y de polémicas en la comunidad educativa (Contreras *et al.*, 2010; Arroyo, 2014).

Con estos antecedentes, el objetivo general de nuestro estudio ha sido comparar las pruebas de acceso a la universidad en cuatro comunidades autónomas, centrándonos en los contenidos de Genética del segundo curso de Bachillerato que se han desarrollado durante un periodo de diez años, 2010 a 2019. De forma más específica se comparan cuatro aspectos: (i) la estructura general de las pruebas, (ii) los contenidos de Genética por los que se pregunta, basándonos en los criterios de evaluación descritos en la legislación educativa, (iii) las puntuaciones que se otorgan a esas preguntas planteadas en las pruebas y (iv) las características de los problemas de genética mendeliana planteados.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El estudio comparativo se ha realizado sobre los exámenes de acceso a la universidad de la asignatura de Biología en las comunidades autónomas de Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia, en el periodo de diez años comprendido entre 2010 (PAU 2009-2010) y 2019 (PAU 2018-2019); analizando las convocatorias ordinarias (junio) y extraordinaria (julio o septiembre). El análisis se inicia en el curso, 2009-2010, en que la prueba específica de Biología ponderaba positivamente para el acceso a ciertas carreras muy demandadas. Se partió de la elección de la comunidad de Andalucía que cuenta con una amplia red de universidades públicas que realizan un examen único para todas ellas y con un amplísimo esfuerzo de coordinación. Se decidió ampliar el estudio a las tres comunidades geográficamente más próximas a Andalucía (Extremadura, Castilla-La Mancha y Murcia) debido a que por esa proximidad muchos estudiantes que no acceden a las titulaciones deseadas en Andalucía piden y cursan esos estudios en esas otras comunidades.

El total de pruebas recogidas fue de 160 exámenes (80 modalidad A y 80 modalidad B), 40 por comunidad (20 en convocatoria ordinaria y 20 en extraordinaria), todas ellas están disponibles en las páginas Web oficiales de las universidades organizadoras de las pruebas de acceso (en el caso de Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia) o en la Consejería autonómica competente en el caso de Andalucía (ver Anexo 1).

Denominamos a las pruebas de cada curso 2009-2010 como PAU 2010 y así en general. El estudio se inicia en el curso 2009-2010 en el que se implantó un nuevo sistema de puntuación de la prueba, valorándose una fase específica que permitía obtener hasta 4 puntos más, pudiéndose alcanzar una nota máxima de 14 puntos. La materia de Biología de segundo curso de Bachillerato forma parte de esa parte específica y su calificación pondera dentro de esos 4 puntos de más. Las pruebas de los años 2020, 2021 y 2022 cambiaron su estructura por imperativo de la pandemia del COVID-19.

En el estudio de las pruebas de esas 4 comunidades se analizó detalladamente la estructura general de la prueba de Biología, la disposición de las cuestiones de Genética en la misma y los contenidos de las cuestiones de Genética y su valoración o puntuación con que se calificaban, tanto en preguntas de carácter teórico como en preguntas en las que se planteaba la resolución de problemas de Genética. Los contenidos teóricos de Genética se preguntan mediante cuestiones de tipo test, definiciones, preguntas breves con algún tipo de razonamiento o explicación e interpretación de imágenes. Por razones de extensión del trabajo solo pondremos algunos ejemplos en la sección de resultados.

En los documentos que ponen a disposición las autoridades educativas, y que hemos usado para este estudio, se pueden consultar las puntuaciones parciales que se dan a cada cuestión, en ocasiones de forma global o desglosada por epígrafes (por ejemplo, pregunta 2: 1 punto, 0,5 por cada epígrafe); sin embargo no es posible consultar de forma completa con qué criterios se da por correcta la respuesta. En el caso de Andalucía, en muchos casos se tiene acceso a esos criterios de corrección de las pruebas, pero en las otras comunidades analizadas no siempre se ha tenido acceso a los mismos. Así, hemos analizado y comparado por año y comunidades el valor global en puntos sobre el total de 10 de la prueba que se daban a las preguntas con contenidos de Genética.

En el análisis de las cuestiones de Genética contenidas en las PAU se han tenido en consideración los criterios de evaluación (CE) recogidos en el Real Decreto 1105/2014 (de 3 de enero de 2015), compartidos por todas las comunidades y que recogen en su Bloque III los contenidos de genética molecular y mendeliana a impartir en la materia de Biología del segundo curso de Bachillerato. En los años anteriores a 2014 no había desglose de estándares de aprendizaje evaluables (EAE) y por ello no se han incorporado al análisis. En todo caso solo cuatro CE (el 4, 5, 6 y 13) presentan más de un EAE. Para las PAU anteriores a 2014, los contenidos referidos en los CE 3.11, 3.12, 3.13 y 3.15 no estaban recogidos en los programas de Biología del segundo curso, y tan solo se mencionaban las mutaciones y su importancia en el proceso evolutivo.

El Bloque III (Genética y Evolución) presenta 15 CE, numerados en el Real Decreto con el número 3 (3.1; 3.2, etc.). Los CE son los siguientes: CE3.1. Analizar el papel del ADN como portador de la información genética. CE3.2. Distinguir las etapas de la replicación diferenciando los enzimas implicados en ella. CE3.3. Establecer la relación del ADN con la síntesis de proteínas. CE3.4. Determinar las características y funciones de los ARN. CE3.5. Elaborar e interpretar esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción. CE3.6. Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos. CE3.7. Contrastar la relación entre mutación y cáncer. CE3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones. CE3.9. Analizar los progresos en el conocimiento del genoma humano y su influencia en los nuevos tratamientos. CE3.10. Formular los principios de la Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas y establecer la relación entre las proporciones de la descendencia y la información genética (en problemas de transmisión de caracteres autosómicos, caracteres ligados al sexo e influidos por el sexo). CE3.11. Diferenciar distintas evidencias del proceso evolutivo. CE3.12. Reconocer, diferenciar y distinguir los principios de la teoría darwinista y neo-darwinista. CE3.13 Relacionar genotipo y frecuencias génicas con la genética de poblaciones y su influencia en la evolución. CE3.14. Reconocer la importancia de la mutación y la recombinación. CE3.15. Analizar los factores que incrementan la biodiversidad y su influencia en el proceso de especiación.

En función de cada comunidad y según el tipo de pregunta de contenidos teóricos que se realizaba lo usual es que en cada cuestión solo se abordara un CE, pero en ocasiones en las pruebas había cuestiones desdobladas (es decir, por ejemplo sección a y sección b) que trataban CE distintos y se han contabilizado por separado en el cómputo total. En todo caso nuestra comparación entre comunidades se basa en los CE comunes a la legislación educativa.

El CE3.10 hace referencia explícita a la resolución de problemas de Genética Mendeliana. Para su análisis, los problemas se han dividido según dos criterios. El primero, el tradicional de la disciplina biológica según sea el tipo de herencia (autosómica y ligada al sexo); y el segundo criterio, según la lógica del razonamiento que se pretende fomentar para facilitar su aprendizaje y resolución por el estudiante (Ayuso *et al.*, 1996; Stewart, 1988). Según este segundo criterio, hay dos tipos de problemas: 1. Tipo Causa-Efecto (C-E) en los que para su solución se razona desde los genotipos o tipos de herencia que proporciona el enunciado del problema y se pregunta por los efectos o fenotipos de la descendencia; 2. Tipo Efecto-Causa (E-C) en el que se razona desde los fenotipos dados en el enunciado del problema y se pregunta por las causas (los genotipos) o tipo de herencia implicado. En los resultados ilustramos con un ejemplo de cada uno de estas tipologías de problemas (C-E y E-C) encontrados en las diversas pruebas analizadas.

RESULTADOS

Estructura de la prueba

En las cuatro comunidades analizadas la estructura general de la pruebas de Biología en los diez años analizados está basada en dos opciones A y B excluyentes entre sí, es decir, sólo se pueden contestar las preguntas de una u otra opción y no se pueden mezclar preguntas de las dos opciones. Esas dos opciones son simétricas, con el mismo número de cuestiones o preguntas aunque las temáticas por las que se pregunta no siempre son iguales. Esta estructura general es el único elemento en común en las cuatro comunidades, pues si analizamos en detalle la estructura de la prueba específica de Biología, en sus opciones A y B, veremos que cada comunidad presenta estructuras detalladas diferentes.

Así, en Andalucía hasta 2016 la prueba específica de Biología constaba de 6 preguntas y desde 2017 se aumentó a 7 cuestiones en cada opción A o B. En general, las tres primeras preguntas son definiciones o cuestiones de desarrollo breve y se califican con dos puntos cada una, con sub-apartados, cada uno de los cuales tiene una puntuación diferente según complejidad y extensión; la cuarta y quinta suelen ser preguntas teóricas y valen 1 punto cada una, y la sexta y séptima son cuestiones en torno a una imagen, con un valor de 1 punto cada una. Las preguntas relacionadas con el bloque de Genética pueden estar en cualquiera de las cuestiones, aunque preferentemente se presentan en las cuatro últimas y cuando se presenta un problema de genética suele ser la pregunta número cinco.

Como ejemplo de cuestiones donde se piden definiciones o breves explicaciones mostramos: “*Defina: gen, mutación, recombinación y segregación cromosómica*” (0,5 puntos por cada una) (PAU 2011; CE 3.1 y 3.6); “*Defina los siguientes conceptos: genoma, gen alelo, heterocigoto y herencia intermedia*” (0,5 puntos por cada una) (PAU 2014; CE 3.1 y 3.10); “*Indique qué es una mutación (0,5 puntos), Cite tres agentes que provoquen mutaciones (0,6 puntos) y explique dos posibles consecuencias de las mutaciones (0,9 puntos)*” (PAU 2017; CE 3.6). “*Suponga que se inactivan todas la ARN polimerasas de la célula; explique de qué manera se verían afectados cada uno de los siguientes procesos: replicación (0,4 puntos), transcripción (0,3 puntos) y traducción (0,3 puntos). Razone las respuestas.*” (PAU, 2016; CE 3.2).

El examen de Castilla-La Mancha tiene 4 bloques dentro de cada opción. El bloque 1 son 6 definiciones, y vale 3 puntos (0,5 puntos cada definición); el bloque 2, tiene 6 preguntas cortas con una puntuación de 3 (0,5 puntos cada definición); el bloque 3 consta de dos preguntas basadas en imágenes o esquemas el cual vale

3 puntos también (1,5 puntos cada pregunta) y el último, bloque 4 es un problema de Genética mendeliana al cual se le asigna 1 punto. Además del problema de Genética, las preguntas de teoría de Genética pueden aparecer en los bloques 2 y 3. Los exámenes de esta comunidad han sido los más variables a lo largo de los años 2010 a 2019. Se han mantenido siempre las dos opciones excluyentes con preguntas sobre esquemas o imágenes pero en ocasiones había preguntas tipo test (PAU 2011 a 2016) o preguntas cortas (2013 a 2019). Esta comunidad es la única que presenta preguntas sobre teoría de Genética en forma de tipo test, por ejemplo: “¿Qué NO es cierto para una mutación génica? a) Se produce durante el proceso de transcripción b) Es fuente de variabilidad genética c) Altera de forma permanente la secuencia de bases del ADN d) Puede dar lugar a la aparición de nuevos alelos”. (PAU 2013; CE 3.6). “La mutación que consiste en la existencia de un cromosoma extra en un organismo diploide se denomina: a) Nulisomía. b) Trisomía. c) Monofonía. d) Microsomía” (PAU 2016; CE 3.6). El tipo test se puntuaba sobre 3 puntos, dando un valor a cada pregunta tipo test de 0,25 puntos.

En Extremadura, el examen cuenta con 5 cuestiones para cada opción, cada una de ellas tiene una puntuación de 2 puntos. La estructura y puntuación del examen no ha variado en todo el periodo estudiado. Las cuestiones relacionadas con la Genética no aparecen en un lugar fijo, variando según años entre cualquiera de las cinco preguntas planteadas. Por ejemplo: “Mutación: concepto y clasificación según su extensión. Explica las mutaciones génicas. 82 puntos” (PAU, 2019; CE 3.6). “Conteste a las siguientes cuestiones sobre el código genético: concepto (0,5 puntos) y características (1,5 puntos)” (PAU, 2013; CE 3.5).

En Murcia, hasta 2016, había 5 preguntas de desarrollo medio y con análisis de imágenes, puntuadas con un máximo de 2. Desde 2017, la prueba consta de 7 cuestiones para cada opción, con preguntas de extensión media, donde la cuestión 4 es un problema de Genética mendeliana y se le suele asignar una puntuación entre 1,5 y 2 puntos, y en la cuestión 5 también tiene suelen aparecer cuestiones de Genética sobre teoría o imágenes a interpretar. Por ejemplo: “Explique los conceptos de gen, locus, alelo y genoma (0,25 por cada, máximo 1 punto)” (PAU, 2015; CE3.1). “A la vista de la imagen, indique de qué proceso se trata (0,2 puntos), en qué lugar de la célula se produce (0,5 puntos), qué molécula se origina como resultado de ese proceso (0,2 puntos) y la polaridad de todas las moléculas implicadas (0,6 puntos). (PAU, 2017; CE 3.5). (En la imagen del original se podía identificar un proceso de transcripción de ARN a partir de una molécula de ADN).

Contenidos de Genética y su valoración

En la Tabla 1 se presentan los datos obtenidos al analizar los contenidos de las preguntas que, sobre Genética, se encontraron en las pruebas PAU recogidas; los contenidos se han referido a los CE del bloque de Genética. El número total de preguntas para cada comunidad autónoma varía debido a la propia estructura de las pruebas; así es más elevado en Castilla-La Mancha (n=153), menor en Extremadura (n=46), e intermedio en Andalucía (n=69) y Murcia (n=76).

TABLA 1

Presencia de los criterios de evaluación (CE) en las preguntas con contenidos de Genética en las PAU de las cuatro comunidades estudiadas años 2010 a 2019. Cada columna presenta el número de preguntas para cada criterio de evaluación (CE) y entre paréntesis el porcentaje sobre el total de preguntas de cada comunidad (N). Las celdas en color resaltan en verde y azul los CE que aparecen con mayor porcentaje, en primer y segundo lugar, respectivamente.

CC.AA	Andalucía	Castilla-La Mancha	Extremadura	Murcia
CE 3.1	3 (4,3%)	4 (2,6%)	0	1 (1,3%)
CE 3.2	4 (5,8%)	17 (11,1%)	5 (10,8%)	2 (2,6%)
CE 3.3	2 (2,9%)	1 (0,7%)	0	1 (1,3%)
CE 3.4	12 (17,4%)	26 (17,0%)	7 (15,2%)	8 (10,6%)
CE 3.5	9 (13,1%)	24 (15,7%)	15 (32,6)	5 (6,5%)
CE 3.6	8 (11,6%)	16 (10,5%)	3 (6,5%)	8 (10,6%)
CE 3.7	2 (2,9%)	0	0	0
CE 3.8	2 (2,9%)	8 (5,2%)	10 (21,8%)	8 (10,6%)
CE 3.9	0	8 (5,2%)	0	2 (2,6%)
CE 3.10	20 (29,0%)	49 (32,0%)	4 (8,7%)	40 (52,6%)
CE 3.14	5 (7,2%)	0	1 (2,2%)	0
CE 3.11, 3.12, 3.13 y 3.15	2 (2,9%)	0	1 (2,2%)	1 (1,3%)
	N=69	N= 153	N=46	N=76

Más allá del total de cuestiones, si se desglosan las preguntas en función de los CE de sus contenidos, podemos apreciar claras diferencias entre comunidades en varios de los CE. En la tabla se dan en porcentajes sobre el total de preguntas. Se han señalado en color los dos criterios de evaluación que tienen mayor número de preguntas en cada comunidad.

En Andalucía, Castilla-La Mancha y Murcia el CE con mayor presencia es el CE 3.10 (Formular los principios de Genética aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas); no así en Extremadura en que es el CE 3.5 (Elaborar e interpretar esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción). Entre Andalucía y Castilla-La Mancha se aprecia una cierta semejanza entre los CE más presentes, e incluso con Murcia, sin embargo la comunidad de Extremadura se diferencia del resto.

Hay diferenciación también en el número de CE presentes o ausentes en las pruebas. En Andalucía solo hay un CE sin cuestiones, dos en Murcia, tres en Castilla-La Mancha y cuatro en Extremadura. Tan solo 6 criterios de evaluación (CE 3.2, CE 3.4, CE 3.5, CE 3.6, CE 3.8 y CE 3.10) presentes en la normativa común aparecen en las PAU de las cuatro comunidades, aunque con porcentajes de preguntas diversos. El CE3.7 solo aparece en una comunidad (Andalucía). La escasa presencia de los CE referentes a la evolución (3.11,

3.12, 3.13 y 3.15) es probablemente debida a que su incorporación como contenidos solo se realizó con la modificación legislativa de 2017.

Si agrupamos los contenidos de Genética en base a lo establecido en el propio Real Decreto 1105/2014, podemos relacionarlos directamente con sus criterios de evaluación, y se pueden establecer 6 grandes grupos de contenidos. Estos serían: Importancia y replicación del ADN, Expresión de la información genética, Mutaciones, Ingeniería Genética y Genoma humano, Genética mendeliana y Evolución. En la Tabla 2 podemos ver su presencia en las preguntas para cada uno de esos grupos en las cuatro comunidades.

TABLA 2

Presencia de los contenidos de genética en las preguntas de PAU de las cuatro comunidades estudiadas en los años 2010 a 2019. 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 preguntas en cada comunidad. Las celdas en color resaltan en verde y azul las temáticas que aparecen con mayor porcentaje, en primer y segundo lugar, respectivamente.

Comunidad	Andalucía	Castilla-La Mancha	Extremadura	Murcia
Contenidos				
Importancia y replicación del ADN (CE 3.1, 3.2, 3.3)	13,0	14,4	10,8	5,2
Expresión de la información Genética (CE 3.4, 3.5)	30,5	32,7	47,8	17,1
Mutaciones (CE 3.6, 3.7, 3.14)	21,7	10,5	8,7	10,6
Ingeniería Genética y Genoma humano (CE 3.8, 3.9)	2,9	10,4	21,8	13,2
Genética mendeliana (CE 3.10)	29,0	32,0	8,7	52,6
Evolución (CE 3.11, 3.12, 3.13, 3.15)	2,9	0	2,2	1,3

Las preguntas sobre la expresión de la información genética suponen casi la mitad en Extremadura, y un tercio de las cuestiones planteadas en Andalucía y Castilla-La Mancha, siendo las temáticas más preguntadas en la PAU. Sin embargo, en Murcia alcanzan solo el 17% de las preguntas, siendo las cuestiones de Genética mendeliana las que suponen algo más de la mitad de todas las preguntas; de hecho, en la comunidad de Murcia, en todos los años y opciones (A o B) siempre se planteaba un problema de este tipo. Por el contrario en la comunidad de Extremadura solo se plantearon problemas de este tipo en los tres últimos años analizados. En Andalucía y Castilla-La Mancha la Genética mendeliana es el segundo bloque de contenidos más cuestionado con alrededor de un 30%. Los contenidos sobre mutaciones son cuestionados en una quinta parte de las preguntas en Andalucía (21,7 %), pero solo en torno al 10% de las preguntas en las otras tres

comunidades. Por el contrario, en Andalucía hay escasas preguntas sobre Ingeniería genética y genoma humano, pero en Extremadura es el segundo bloque en importancia. Las preguntas sobre Evolución, cuyos contenidos fueron una incorporación en 2017 (pruebas de los procesos evolutivos, genética de poblaciones y procesos de especiación) son escasas.

Como se comentó más arriba, las cuestiones con contenidos de Genética se presentaban en diferentes formas, y además su valoración o puntuación puede ser diferente en función de la comunidad y año. También hay diferencias en una misma comunidad por años y en un mismo año entre las opciones A y B de las pruebas, pues como se indicó al comentar la estructura general de la prueba, las preguntas entre la opción A y B no siempre corresponden a los mismos bloques de contenidos del currículum de Biología del segundo curso de bachillerato. En la Tabla 3 se resumen los valores máximos con los que se valoraban las cuestiones de Genética (teoría y problemas) por comunidades y años en las opciones A y B de ambas convocatorias ordinaria (fila superior de cada comunidad) y extraordinaria (fila inferior). Así, como ejemplo: En Andalucía en el año 2019 en convocatoria ordinaria en la opción A y en la opción B las preguntas de Genética tenían un valor total de 3 puntos (casilla marcada en azul claro); mientras que en la convocatoria extraordinaria en la opción A se podían obtener hasta 2 puntos, pero solo hasta 1 punto en la opción B al contestar a las cuestiones de Genética planteadas (casilla marcada en azul oscuro).

TABLA 3

Puntuación máxima otorgada a las cuestiones de Genética (teoría y problemas) planteadas en las PAU de las cuatro comunidades en los años 2010 a 2019. 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 de la prueba y el segundo valor a la opción B de la prueba.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Andalucía	2-1	2-0	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-2	3-3
	2-1	2-1	2-1	2-2	2-1	2-1	2-2	2-1	2-1	2-1
Castilla-La Mancha	0,5-0,5	1,75-1	2,25-2	2-1	1,5-2,5	2-1,5	2,5-2,25	3-4	3-3	3-2
	0,5-0,5	1,5-2	2,25-1	1,75-2	2-2,25	2-2	2,25-2,25	2,5-2,5	4-3	3-2
Extremadura	0-4	2-0	0-2	2-2	2-2	2-2	2-0	2-4	2-3	2-2
	2-2	2-2	0-2	2-0	2-2	2-2	2-2	2-1	4-3	2-3
Murcia	3-3	2-2	2-2	2-2	3,2-2	3-2	2-2	3-3	3-3	2,5-2,5
	2-2	2-2	2-2	2-3,2	2-2	2-2	2-2	4-3	3-3	2,5-2,5

Problemas de Genética

Los contenidos de Genética mendeliana en forma de resolución de problemas, por aplicación directa de las leyes de Mendel, están muy presentes en las cuestiones de la PAU de Biología. Los problemas de genética se recogen en el CE 3.10 y este CE es el más común en tres de las comunidades analizadas. Además, en tres comunidades, Andalucía (5 cuestiones), Castilla-La Mancha (15 cuestiones) y Extremadura (una cuestión), hay preguntas teóricas sobre los trabajos de Mendel o cuestiones que no requerían la resolución de un problema, pero en la comunidad de Murcia todas las cuestiones recogidas como Genética mendeliana responden a problemas de genética.

Las cuestiones planteadas como problemas, obligan a los estudiantes a formular los principios de la Genética mendeliana aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas y a establecer la relación entre las proporciones de la descendencia y la información genética en problemas de transmisión de caracteres autosómicos o en caracteres ligados al sexo. El número total de problemas de Genética planteados en las

pruebas de acceso que requerían la aplicación de las leyes mendelianas fue 92. En la tabla 4 se presenta su distribución según el tipo de herencia que los resolvía (autosómica o ligada al sexo) y según el modo de razonamiento para su resolución por parte del estudiante.

Un ejemplo de problema tipo Causa-Efecto: “Se cruzan dos líneas puras de gallinas, unas de plumaje marrón (B) y cresta amarilla (a) con otras de plumaje blanco (b) y cresta en roseta (A), siendo los caracteres marrón y roseta dominantes. ¿Cuál es la probabilidad de obtener gallinas de plumaje blanco y cresta en roseta en la segunda generación (F2)?” (Castilla- La Mancha, PAU 2014). Y de tipo Efecto-Causa: “Al realizarse un cruzamiento entre tulipanes de color naranja, se obtuvo una descendencia de 30 tulipanes rojos, 30 de color amarillo y 60 de color naranja. Determinar: a) ¿De qué tipo de herencia se trata? b) Las proporciones genotípicas y fenotípicas de los descendientes. c) Si el total de tulipanes obtenidos hubiese sido 200, cuántos serían rojos, amarillos y naranjas con mayor probabilidad” (Murcia, PAU 2016).

TABLA 4

Numero de problemas de genética en las PAU de las cuatro comunidades analizadas. Se presenta el número total de problemas (N=92), diferenciado el tipo de herencia (autosómica o ligada al sexo) y por su forma de resolución (Causa-Efecto o Efecto-Causa)

	Resolución Causa-Efecto		Resolución Efecto-Causa		
	Autosómica	Ligada sexo	Autosómica	Ligada sexo	
Andalucía	6	3	5	1	15
Castilla-La Mancha	20	11	1	2	34
Extremadura	2	1	0	0	3
Murcia	26	6	6	2	40
	54	21	12	5	
	75		17		92

Por comunidades, en Andalucía se presentaron 15 problemas en total (recordar que se revisaron 40 pruebas); en Murcia todas las pruebas, 40, tenían un problema; en Castilla-La Mancha se encontraron 34 problemas y en Extremadura solo 3 (presentados a partir del año 2017). Los problemas de herencia autosómica son 66, mayoría en todas las comunidades, suponen el 71,7 % del total; frente a los de herencia ligada al sexo, 26 casos (28,3 %). La resolución Causa-Efecto está presente de forma muy mayoritaria en 75 problemas, (81,5 %) por solo 17 problemas de tipo Efecto-Causa (18,5 %).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el amplio estudio realizado sobre la PAU de los años 2017 a 2019 de las tres asignaturas comunes (Lengua castellana y Literatura, Historia Contemporánea de España e Inglés) en todas las comunidades autónomas, Ruiz-Lázaro (2021) llega a varias conclusiones generales sobre las diferencias existentes entre dichas comunidades. En primer lugar, se indica que las comunidades, en muchos casos, no aplican correctamente las normativas que regulan las pruebas, por ejemplo, no evaluando bloques de contenidos. En segundo lugar, analizando las diferencias en los bloques de contenidos, en cuanto a estructura, puntuación dada y

otros aspectos formales, concluye que las pruebas de estas tres materias no son equiparables en las distintas comunidades. En tercer lugar, al analizar los niveles de complejidad de las pruebas aprecia que estos niveles son diversos en las diferentes comunidades, bien por la estructura de la misma prueba, los contenidos evaluados, los criterios de corrección o el conjunto de estos y otros factores. Todo ello le lleva a concluir que, en buena medida, las diferencias de rendimiento de los estudiantes son concomitantes con las diferencias observadas en las pruebas de acceso. El estudio incide en que, dado que los estudiantes pueden elegir en qué universidad española cursar sus estudios, sin hacer diferencias de la comunidad de origen y de la prueba de acceso realizada, esto puede generar desequilibrios y ciertos agravios comparativos.

En relación al objetivo general de comparar los contenidos de Genética de diferentes comunidades, los resultados nos muestran que en sus aspectos formales, el único elemento común de la estructura general es la existencia de dos opciones (A y B) excluyentes entre ambas. En la estructura detallada de cada comunidad, solo Andalucía y Murcia coinciden en el número de cuestiones (siete) y ello solo a partir de 2017; anteriormente Murcia y Extremadura coincidía en realizar 5 cuestiones. Se presentan algunas coincidencias en los formatos de las preguntas, principalmente en pedir definiciones cortas e interpretaciones de imágenes pero la casuística es muy variada y comparado año por año la estructura específica por comunidades es distinta. El caso más evidente de diferenciación es la presencia de un bloque de preguntas tipo test en Castilla-La Mancha, única comunidad que lo presenta.

Igualmente en la comparación detallada de los contenidos que se preguntan nos muestra claras diferencias entre las diferentes comunidades (Tablas 1 y 2). Los CE más presentes en las preguntas realizadas (Tabla 1) y los correspondientes contenidos (Tabla 2) presentan ciertas semejanzas entre comunidades pero también son manifiestas las diferencias en particular por la ausencia de algunos contenidos y por la mayor o menor cantidad de cuestiones planteadas en las diferentes comunidades. El hecho de que algunos contenidos estén muy poco presentes en las pruebas año tras año o bien al contrario es bien conocido y trasciende entre los profesores y estudiantes que preparan la prueba de acceso. Por ello y en relación al currículum de Biología y su enseñanza, y recordando la influencia que la PAU ejerce sobre el qué y cómo se enseña, hemos de preguntarnos que dado que algunos contenidos nunca se preguntan en la PAU, ¿se enseñan en las aulas? Esta cuestión afecta a la formación del estudiantado y si hay diferencias en lo que se pregunta con mayor o menor frecuencia de igual modo podrían presentarse diferencias en la formación básica de los estudiantes según qué comunidades.

Junto a las diferencias en los contenidos cuestionados, se suma que, por la estructura de las pruebas, también hay diferencias en la forma de realizar las preguntas, pues aunque lo más habitual es pedir meras definiciones o respuestas breves, se observa que un mismo contenido puede preguntarse como definición, explicación o interpretación de una imagen (en alguno de los ejemplos lo hemos mostrado para el concepto de gen, mutación o código genético).

También hemos podido comprobar que hay diferencias en las puntuaciones máximas que se pueden alcanzar al responder a las preguntas de Genética en las diferentes comunidades en cada año. Esas diferencias (Tabla 3) también se aprecian entre las opciones A y B de un mismo año en una comunidad y en diferentes años. Son particularmente llamativos aquellos casos en que las puntuaciones entre las opciones A y B del mismo año en una comunidad son diferentes, debido casi siempre a la presencia o no de un problema de Genética en una de las opciones planteadas. O el hecho de que a esos problemas de Genética se les valore de forma diversa (1, 1,5 o 2 puntos según año y comunidad). Se puede comprobar en los resultados mostrados que solo en un año (2015) y en la convocatoria extraordinaria hay coincidencia en las puntuaciones de tres comunidades. En los diez años analizados, en siete años hay coincidencia en las puntuaciones máximas pero solo entre dos comunidades (bien en convocatoria ordinaria o extraordinaria); no produciéndose más casos de puntuación igual entre ellas. En 2019, por ejemplo no se puntuó por igual en ningún caso en las cuatro comunidades. Por tanto es evidente que el sistema de valoración no es homogéneo.

No nos es posible analizar los criterios de corrección específicos que se ponen en juego en cada comunidad pues no hemos tenido acceso a ellos, pero cabe señalar que en la comunidad de Castilla-La Mancha se indica en la prueba que los exámenes con más de tres faltas de ortografía serán penalizados con 0,25 puntos; en las otras comunidades no hay ninguna información al respecto en la prueba que se entrega a los estudiantes. Todo ello puede ser fuente de diferencias entre comunidades.

Se puede concluir de nuestra comparación por comunidades que el currículum de Biología, en sus contenidos de Genética, no recibe la misma atención en las pruebas PAU de las diferentes comunidades. Hay diferencias en la estructura de la prueba, la relevancia que se da a unos contenidos u otros en las preguntas y en la valoración o puntuación que se les otorga dentro del global de la prueba de acceso.

Por último, también se aprecian diferencias entre comunidades al preguntar por uno de los contenidos más clásicos de la Genética, la resolución de problemas por aplicación de las leyes de Mendel (Tabla 4). En Extremadura no ha sido objeto de evaluación hasta 2017 y, en Murcia, por el contrario, está siempre presente en las dos opciones, en Castilla-La Mancha casi por igual y en Andalucía suele estar presente en una de las opciones pero no en la otra, lo que en muchos casos puede decantar la elección de opción entre los estudiantes. En este caso, además, hay que poner de manifiesto un aspecto preocupante desde el punto de vista de la alfabetización en ciencias. La presencia de estos problemas sigue siendo en su mayoría del tipo Causa-Efecto, siguiendo la tendencia de la presentación en los libros de texto desde cuarto curso de la educación secundaria (Garrido-Navas y González-García, 2017). Este tipo de ejercicios favorece la aplicación de un mero algoritmo sin llegar a entender los contenidos de genética que se aplican y por tanto fomenta un razonamiento mecánico pero no la aplicación de la teoría biológica que subyace (Hackling y Lawrence, 1988; Ayuso *et al.*, 1996). La presencia de un mayor porcentaje de problemas tipo Efecto-Causa sería lo más aconsejable, tanto en textos como en las pruebas de evaluación. Con ello se potenciaría el razonamiento y no la mera aplicación de algoritmos memorizados utilizando los cuadros de Punnett. El diseño de los nuevos currículos de Biología y de las pruebas de acceso debería tener en consideración las recomendaciones que desde la investigación en la didáctica específica de las ciencias se viene proponiendo repetidamente, tanto en este aspecto concreto (Ayuso *et al.*, 1996; Garrido-Navas y González-García, 2017) como en aquellos que inciden en la amplitud de sus contenidos (Barberá y Zanón, 1999). Al menos en el caso de Andalucía podemos señalar una mejora en esta línea, pues en las pruebas PAU de Biología realizadas entre 1990 y 2009, Carazo (2010) recoge un total de 33 problemas de genética, de los que solo 5 (15 %) eran tipo Efecto-Causa, mientras que en esta comunidad el porcentaje recogido en nuestro estudio asciende al 40 % (6 problemas de 15 presentados). Otros estudios en las pruebas de Biología inciden en la misma línea (Esquivel-Martín *et al.*, 2022) de potenciar cuestiones que fomenten el razonamiento incluyendo cuestiones de mayor demanda cognitiva y no la mera reproducción memorística de contenidos.

Podemos concluir que, aunque nuestro estudio no abarca la totalidad de la prueba de acceso, solo uno de los cinco bloques del currículum de Biología del segundo curso de bachillerato que es sometido a examen, en el periodo analizado, que abarca una década, hay evidentes diferencias entre las cuatro comunidades analizadas. Estas diferencias, coincidiendo con los criterios aplicados por Ruiz-Lázaro (2021), afectan a la aplicación de la normativa en cuanto a los criterios de evaluación considerados en el currículum oficial, a la estructura de las pruebas y a las puntuaciones con que se valoran. Coincidimos en que las pruebas de acceso, al menos respecto a este importante bloque de contenidos, no son equivalentes o equiparables en las cuatro comunidades.

IMPLICACIONES

En un momento en que se encuentra abierto el debate sobre la modificación de las pruebas de acceso a la universidad, y dada la repercusión que tiene la calificación de Biología como materia específica para el acceso a muchos estudios en la rama de Ciencias y Ciencias de la Salud, creemos importante resaltar que nos encontramos con pruebas distintas en distintas comunidades, al menos en el bloque estudiado. Estudios

en otros bloques de contenidos y ampliando criterios de análisis podrían reforzar, o no, este hecho que constatamos para la Genética. En el debate abierto sobre la igualdad de acceso a las universidades creemos importante que se dé una mayor homogeneidad en el diseño de las pruebas, tanto en contenidos como en la valoración que se realiza en las puntuaciones.

Proponer una prueba única a nivel nacional probablemente sea una quimera pues la educación es una competencia transferida a las comunidades autónomas, pero dado que el Estado prescribe una parte del curriculum, si podría plantearse, al menos una parte común a todas las comunidades. En ambos casos se plantearían problemas logísticos y de coordinación muy elevados que lo harían de difícil ejecución.

Sin embargo, al menos, si creemos factible y necesario plantear que la estructura, los contenidos y los criterios de corrección sean lo más equivalentes posibles entre las diferentes comunidades, en aras a una real equidad en las pruebas de acceso a la universidad.

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo I (pdf)

REFERENCIAS

- Arroyo, F. (2014). Bachillerato y universidad, selectividad o disfunción. *Tarbiya, Revista de investigación e innovación educativa*, 43, 147-164.
- Aunión, J.A. (2022, 1 de julio). Notas de Selectividad 2022 por comunidades: los aprobados rozan el 96%. <https://elpais.com/educacion/2022-07-01/notas-de-selectividad-2022-por-comunidades-los-aprobados-rozan-el-96.html>
- Ayuso, E., Banet, E., y Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 127-142.
- Barberá, O, y Zanón, B. (1999). Origen y evolución de la asignatura de biología en España, *Revista de Estudios del Curriculum*, 2, 84-113.
- Carazo, J.C. (2010). *Biología. Exámenes Oficiales Resueltos*. Ediciones del Laberinto SL.
- Casanova, D. (2015). Equidad de acceso a la educación superior: El puntaje ranking de notas como mecanismo de inclusión en el sistema de admisión de Chile. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 23 (72). <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v23.1908>
- Contreras, Á., Ordóñez, L. y Wilhelmi, M.R. (2010). Influencia de las Pruebas de Acceso a la Universidad en la Enseñanza de la integral definida en el Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 28,3, 367-384. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v28n3.63>.
- Duncan, R. G. y Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938-959.
- 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. 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. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.05
- Garrido-Navas, M.C. y González-García, F. (2017). La Genética en los textos de estudio de la educación secundaria obligatoria: ¿Se hace caso a la investigación didáctica? *Enseñanza de las Ciencias*, número extraordinario 2017, 1255-1260.

- 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.
- Hackling, M.W. y Lawrence, J.A. (1988). Expert and novice solutions of genetic pedigree problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 21: 531-546.
- Lewis, J. y Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: Re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195-206.
- López Lorente, R., y Monteagudo Fernández, J. (2016). Las pruebas de acceso a la universidad de la asignatura de Historia del Arte. Análisis de su estructura y contenido. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 30, 45-46. <https://doi.org/10.7203/dces.30.4314>
- 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. <https://doi.org/10.25115/ecp.v4i8.920>
- 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. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.1.3197>
- 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. <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.
- Rosado, J. (2022, 20 de junio). Educación reconoce su preocupación por las desigualdades de la actual selectividad.
- 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. http://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/cmr.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.
- Ruiz-Lázaro, J., & 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. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2017.50927>
- Ruiz-Lázaro, J., González, C. & Gaviria, J. L. (2021). Las pruebas de inglés para acceder a la Universidad. Una comparación entre Comunidades Autónomas. *Educación XXI*, 24(1), 233-270. <http://doi.org/10.5944/educXXI.26746>
- 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. <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>
- Stewart, J. (1988). Potential learning outcomes from solving genetics problems: a typology of problems. *Science Education*, 72: 237-254.
- Zafra, I. (2022, 22 de abril) ¿En qué comunidad es más fácil aprobar la Selectividad? <https://elpais.com/educacion/2022-04-22/en-que-comunidad-es-mas-facil-aprobar-la-selectividad.html>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Sánchez-Perez, 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: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2104