



Química en el acceso a la universidad para mayores de 25 años

Chemistry exam in the university access over 25's

Maria José Sáez Bondía¹

Recepción: 14-08-2020
Aceptación: 20-11-2020

Resumen

Las preguntas que componen los exámenes de química han sido objeto de evaluación en los últimos años. Si bien esta caracterización ha sido realizada en contextos universitarios o preuniversitarios vinculados a la educación formal, no existen apenas trabajos que traten de evaluar pruebas de acceso a la universidad alternativas como lo es en España la prueba para mayores de 25 años. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar las preguntas de la prueba de química que se realiza en la Universidad de Zaragoza en ese contexto en los últimos 10 años. Para ello, se analizan tres aspectos contemplados en estudios anteriores: la alineación programa-prueba, el tipo de demanda y la diversidad de las preguntas. Se observa cierta alineación en la prueba, siendo mayoritaria la demanda algorítmica y existiendo una alta diversidad de las preguntas. Por último, se comparan los resultados obtenidos con investigaciones anteriores.

Palabras clave

Acceso a la universidad, evaluación, prueba, adultos, España

Abstract

The questions in chemistry examinations have been evaluated in recent years. Although this characterization has been carried out in university or pre-university contexts linked to formal education, there are hardly any papers that attempt to evaluate alternative university entrance tests as the test for the over-25s is in Spain. This work aims to characterize the questions of the chemistry test that is taken at the University of Zaragoza in this context in the last 10 years. To do so, three aspects contemplated in previous studies are analysed: the program-test alignment, the type of demand and the diversity of the questions. The results show that there is a certain alignment in the test, with a predominant presence of algorithmic demand and a high diversity of the questions posed. Finally, the results obtained from previous research are compared.

Keywords

University access, evaluation, exam, adults, Spain

¹Universidad de Zaragoza, España. Contacto: msaezbo@unizar.es

Introducción

La vía actual de acceso a la universidad para la mayoría de los estudiantes españoles supone la realización de una prueba actualmente denominada Evaluación del Acceso a la Universidad o Evaluación del Bachillerato para el Acceso a la Universidad. Es una prueba que, junto a las calificaciones obtenidas durante los estudios de Bachillerato, delimita la elección para la realización de estudios de Grado. Desde hace décadas, esta prueba no es ajena a las investigaciones educativas (Escudero, 1997; Fernández-Mellizo y Constante-Amores, 2020). Sin embargo, menos conocidas son las vías alternativas de acceso a estudios universitarios como el acceso para mayores de 25 años, el acceso por acreditación de experiencia profesional o el acceso para mayores de 45 años (Lorenzo-Moledo, Argos y Hernández-García, 2013).

El acceso a la universidad para mayores de 25 años (PAM25) es una vía de acceso para aquellas personas que en su momento no accedieron a estudios universitarios por una vía general. Su finalidad es la promoción del aprendizaje permanente de toda la población, flexibilizando el acceso a estudios de grado y mostrando un compromiso de las universidades con la sociedad (García-Rodríguez, Meseguer-Martínez, González-Losada, y Torrejón, 2014).

Las condiciones para poder optar a la realización de esta prueba es cumplir 25 años en el año natural de celebración de la prueba y no tener una titulación que dé acceso directo a estudios de Grado. Mientras que los procedimientos de acceso para mayores de 45 años o de acreditación de la experiencia profesional incluyen dentro de la prueba una entrevista personal, el acceso para mayores de 25 años, en términos generales, se asemeja más a la prueba de acceso ordinaria. Incluye dos fases: una general y otra específica. En la fase general se incluyen una serie de materias comunes y en la específica unas materias optativas, atendiendo a la rama de conocimiento de los estudios de Grado que se quieren realizar (Real Decreto 412/2014).

La gestión educativa en España sigue un modelo mixto donde, aunque existe regulación estatal, su ejecución es dependiente de cada comunidad autónoma (Salaburu, 2007). Este hecho repercute en la existencia de ligeras diferencias dentro de la prueba, como el número de materias objeto de examen en la fase específica o el número de materias ofertadas para cada rama de conocimiento. Sin embargo, la prueba de química está presente en todas las universidades, siendo ofertada para aquellas personas que deseen acceder a titulaciones de Ciencias y de Ciencias de la Salud, y en algunos casos a Ingeniería y Arquitectura.

La finalidad de la realización de las pruebas correspondientes a materias de la fase específica se asocia a la evaluación de los conocimientos de los estudiantes para que puedan seguir y superar los estudios universitarios de la rama elegida. Por tanto, es esperable que los ejercicios que componen la prueba de química estén alineados con lo que posteriormente se trabaja en los estudios de Grado, considerando no solo un saber conceptual, sino también procedimental y axiológico, enfocado desde una perspectiva competencial (Ramírez, Viera y Wainmaier, 2010) y asociado a saberes generales de la química que les permitan una visión interdisciplinar de la misma (no solo pensando en el propio Grado de Química, sino en otras titulaciones en las que la química también está presente como base formativa).

La preocupación por analizar o evaluar las pruebas de acceso para este colectivo dentro de la comunidad científica es escasa (Escudero, 1983; Paulauskaitè, 2004). Por el contrario, la evaluación de la materia de química en otros contextos ha sido objeto de estudio en numerosas investigaciones centradas, generalmente, en el análisis de la demanda cognitiva de los ejercicios (Franco-Mariscal, Oliva y Gil-Montero, 2015, Ramírez et al, 2010, Zoller *et al.*, 1995; Stamovlasis, Tsaparlis, Kamilatos y Papaoikonomou, 2005, Smith, Nakhleh y Bretz, 2010).

En lo relativo a la evaluación de las preguntas planteadas en la PAM25 Escudero (1983) sacaba a la luz el sesgo académico de las mismas. Aportando ejemplos de cuestiones planteadas en diferentes áreas de conocimiento, entre las que se incluía la química, criticaba que muchos de los contenidos específicos que incluían no eran coherentes con la legislación y que, además, se centraban en la memorización de datos. Pero, ¿qué sucede en la actualidad con la prueba de química en el contexto de la PAM25?, ¿qué tópicos químicos incluye?, ¿qué tipo de demanda cognitiva se plantea en sus preguntas?

Este trabajo forma parte de otro más amplio relacionado con el acceso a estudios de Ciencias y Ciencias de la Salud de los mayores de 25 años. En él se analizan los ejercicios que componen la materia de Química en la PAM25 en la Universidad de Zaragoza dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón (España). En concreto, tiene como objetivo evaluar: 1) los tópicos químicos que incluye la prueba y su coherencia o alineación con lo que corresponde al programa objeto de evaluación; 2) la demanda cognitiva de los ejercicios propuestos para, posteriormente, compararla con la existente en otras investigaciones centradas en las pruebas de acceso a la universidad por vías ordinarias; 3) el índice de diversidad en las preguntas que componen la prueba.

Marco teórico

Tal y como se ha comentado, son numerosos los trabajos centrados en evaluar ejercicios de química. Franco-Mariscal *et al.* (2015) hacen una revisión de las categorizaciones empleadas por diferentes autores en cuanto a lo referido a la demanda cognitiva de las preguntas planteadas en los exámenes de química (Zoller *et al.*, 1995; Stamovlasis *et al.*, 2005; Sanabria-Ríos y Bretz, 2010; Smith *et al.*, 2010). Partiendo de la taxonomía de Bloom, plantean una categorización con ciertas similitudes que se pueden agrupar de menor a mayor demanda cognitiva como:

- 1) Preguntas memorísticas, denominadas como de definición (Franco-Mariscal et al, 2015), que incluyen definir o recordar determinados datos, denominadas por Smith (2010) o Zoller *et al.* (1995) como de bajo nivel cognitivo (LOCS)
- 2) Preguntas de tipo algorítmico que requieren del desarrollo de procedimientos, previamente memorizados para su resolución o la realización de ejercicios con cálculos matemáticos que implican conversiones o la ejecución de varias etapas (Franco-Mariscal *et al.*, 2015, Smith *et al.*, 2010).
- 3) Preguntas de tipo comprensivo, denominadas como conceptuales, que obligan a la utilización de conocimientos químicos, realizando explicaciones, interpretando datos o realizando predicciones (Franco-Mariscal *et al.* 2015; Sanabria-Ríos y Bretz, 2010)

A pesar de la convergencia en las clasificaciones de las preguntas de química dadas por estos autores, Franco-Mariscal *et al.* (2015) plantean como limitación la falta de conexión en esta categorización entre los contenidos y la demanda cognitiva implicada, proponiendo como posible solución una perspectiva competencial para su evaluación.

Desde el enfoque competencial en el contexto de la formación de química general en titulaciones universitarias Viera, Ramírez, Wainmaier y Salinas (2007) proponen una serie de dominios cognitivos asociados a cuatro dimensiones: diferenciar conceptos y leyes, integrar conceptos y leyes, transferir conceptos y leyes, y por último relacionar teorización y comportamiento fáctico. En un trabajo posterior, Ramírez *et al.* (2010) categorizan las preguntas planteadas por el profesorado de química básica en titulaciones científico-tecnológicas, asociando estas dimensiones a diferentes categorías. Incluyen en un primer nivel preguntas de tipo memorístico y algorítmico. Corresponden al segundo nivel preguntas de comprensión, que incluirían las dos primeras dimensiones, mientras que en el tercer nivel se incluyen cuestiones que implican altos niveles de demanda cognitiva relacionados con la emisión de hipótesis, elección de variables, transferencia de conocimientos y establecimiento de relaciones teórico-fácticas que corresponderían con la categoría propuesta por Smith *et al.* (2010) como HOCS (alta demanda cognitiva). Esta última categoría no es considerada en trabajos anteriores debido a que apenas aparece en contextos preuniversitarios. Es más, los resultados de este mismo trabajo no detectan ninguna pregunta planteada por los profesores que alcance este nivel (Ramírez *et al.*, 2010.)

Bien desde la competencia o desde la demanda cognitiva, las categorías planteadas por los diferentes autores aluden a aspectos similares que pueden clasificarse en demandas memorísticas, algorítmicas o que implican una aplicación de conocimientos. Aunque existe una cierta similitud en las categorías propuestas, los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones presentan algunas diferencias. Por ejemplo, en el caso de la prueba de acceso ordinaria en las universidades andaluzas predominan cuestiones de tipo algorítmico (Franco-Mariscal *et al.*, 2015), al contrario de lo que sucede en otros estudios relacionados con pruebas de evaluación externas en contextos preuniversitarios (Sanabria-Ríos y Bretz, 2010 y Smith *et al.*, 2010) o en cursos universitarios iniciales (Ramírez *et al.*, 2010), donde predominan las preguntas de tipo conceptual.

Tabla 1. Porcentaje de cada tipología de preguntas de exámenes de química atendiendo a la demanda cognitiva

	Smith <i>et al.</i> (2010)	Sanabria-Ríos y Bretz (2010)	Franco-Mariscal <i>et al.</i> (2015)	Ramírez <i>et al.</i> (2010)
Definición	38%	21%	26%	23%
Algorítmica	16%	38%	42.6%	
Conceptual	46%	41%	31,4%	77%

Otro aspecto considerado en este estudio son los tópicos químicos objeto de evaluación en las pruebas y su relación con los temas propuestos en los programas. En este sentido, se evidencia la falta de alineación entre los currículos y las evaluaciones externas, aspecto que puede afectar a la enseñanza (Anderson, 2002; Kaira, 2010; Alda, 2015). Aunque la PAM25 se trata de una prueba externa no vinculada a la educación formal, existe un programa orientativo que se asocia a los contenidos evaluables en la prueba. Estos pueden sufrir, al igual que sucede en otros contextos, una falta de alineación que determine el modo en el que los estudiantes se preparan la prueba, del mismo modo que sucede si los ejercicios de la prueba presentan cierta repetitividad o baja diversidad.

Metodología

Para la realización del estudio se han seleccionado los exámenes propuestos desde la convocatoria del año 2010 hasta el año 2019. La muestra seleccionada supone un total de 10 exámenes compuestos por dos opciones (a elegir una de ellas) donde se proponen 4 preguntas que puntúan hasta un máximo de 2,5 puntos y que, en algunas ocasiones, incluyen sub-apartados que son variables dependiendo de la convocatoria.

El análisis inicial consideró cada uno de los sub-apartados como preguntas independientes, dando lugar a una muestra de 124 ejercicios que fueron analizados por dos investigadores de forma independiente. A partir de la categorización establecida, atendiendo al tema del programa con el que se correspondía el ejercicio y a la demanda cognitiva del mismo, se calculó el valor de Kappa de Cohen obteniendo en ambos casos valores óptimos ($K=0.878$, $p<0.01$ y $K=0.756$, $p<0.01$, respetivamente). En las categorías en las que no hubo acuerdo inicialmente se valoró y asignó a una única categoría.

Para algunas de las preguntas se observaban sub-apartados que correspondían a diferentes temas o a diferentes demandas cognitivas. Para homogeneizar esta situación se optó por emplear como criterio la puntuación otorgada a cada apartado, pudiendo obtener resultados porcentuales sobre un total de 200 puntos (10 pruebas con dos opciones y cada una de las opciones 10 puntos). Aspecto que nos permitía a su vez establecer comparativas con estudios anteriores.

Alineación programa-prueba y demanda cognitiva

Dentro de los criterios de la materia química para la prueba se establecen una serie de temas asociados a conocimientos generales de química que se asocian al programa de Bachillerato (Orden del 29 de abril de 2015). A partir de los contenidos establecidos en el programa de la asignatura (tabla 2) se han categorizado las preguntas analizadas, asociándolas a los principales temas con los que tienen relación.

Tabla 2. Temas incluidos en el programa para la prueba de química en el PAM25.¹

T1. Conceptos básicos	T5. Cinética y equilibrio químico
T2. Estructura atómica	T6. Reacciones de transferencia de protones
T3. Enlace químico	T7. Reacciones de transferencia de electrones
T4. Termoquímica	T8. Química del carbono

¹ Para mayor concreción de los contenidos de cada tema del programa consultar https://academico.unizar.es/sites/academico.unizar.es/files/archivos/acceso/mayores25/Prog_asig/quimica.pdf

En relación a la demanda cognitiva de las preguntas se ha tomado como referencia la categorización propuesta por Smith *et al.* (2010) y Franco-Mariscal *et al.* (2015) con alguna pequeña adaptación atendiendo al contexto de la prueba. Asimismo, se han considerado las capacidades consideradas Ramírez *et al.* (2010) (tabla 3). Tras ello, se evaluó la relación entre demanda y tópico presente en las preguntas de las pruebas.

Categoría	Tipo de demanda	Ejemplo
Definición	Recordar, enunciar, definir, enunciar o reconocer principios, leyes o teorías.	PAM25_2016B_2b. T5 ¹ Indique, justificando brevemente la respuesta, si es cierta o falsa la siguiente afirmación: la presencia de catalizador permite obtener mayor cantidad de productos en una reacción química.

Tabla 3. Sistema de categorías de la demanda cognitiva de las preguntas, definición y ejemplos.

Algorítmica	Resolver ejercicios y realizar cálculos de una o varias etapas.	<i>PAM25_2011B_4. T0. Determine la molaridad y la fracción molar del ácido sulfúrico contenido en una botella, sabiendo que su riqueza es del 96 %, su densidad 1,86 g/cm³ y que el único disolvente que le acompaña es el agua.</i>
Conceptual	Interpretar información. Emitir explicaciones a partir de datos o informaciones que requieren cierto procesamiento. Integrar informaciones. Predecir resultados.	<i>PAM25_2019B_2. T3 Indique, justificando la respuesta, cuáles de las siguientes moléculas poseerán un momento dipolar distinto de cero: i) BF₃ ii) NF₃ iii) CH₂Cl₂</i>

¹ Se indica el año del examen, opción y pregunta/subapartado (si existe) y el tema del programa en el que ha sido categorizado.

Índice de diversidad

Para el análisis de la diversidad de las preguntas se ha tomado como referencia la estrategia seguida por Vela (2000), basada en Shannon y Weaver (1946). Este índice, aplicado generalmente en el estudio de la Ecología, permite conocer la probabilidad de elegir de entre todos los individuos presentes uno que sea diferente a los demás. Para ello se aplica la fórmula $H = -\sum p_i \log_2 p_i$, siendo p_i la frecuencia relativa de cada pregunta en relación con su puntuación respecto al total de puntos presentes en los exámenes analizados. La proporción relativa entre los valores de H_{MAX} (todas las preguntas posibles diferentes entre ellas) y H_{PAM25} (el obtenido) nos permite estimar la probabilidad de encontrar una pregunta diferente.

Resultados

Alineación programa-prueba y tipo de demanda cognitiva

El programa de la prueba incluye contenidos estructurados en ocho temas. Se observa que el tema que mayor presencia tiene es el relativo a conceptos básicos de química (tabla 4). Incluye en proporciones similares cuestiones asociadas a fórmulas empíricas y moleculares y cálculos estequiométricos. Éstos últimos incluyen procedimientos relacionados con gases o disoluciones acuosas, observándose que mayoritariamente corresponden con cuestiones de tipo algorítmico (48,75 puntos, 90, 69%).

Temas	Puntuaciones			Total temas(porcentaje)
	Definición	Algorítmica	Conceptual	
T1. Conceptos Básicos	5	48,75	0	53,75 (26,88%)
T2. Estructura atómica	16,25	2,5	20,21	38,96 (19,48%)
T3. Enlace químico	2,92	2,5	11,87	17,29 (8, 65%)
T4. Termoquímica	3,33	2,5	1,67	7,5 (3,75%)

Tabla 4. Puntuaciones y porcentajes por tema y demanda.

T5. Cinética y equilibrio	4,17	20	8,75	32,92 (16,46%)
T6. R. Transf. Protones	0	21,25	0	21,25 (10,63%)
T7. R. Transf. Electrones	7,5	20	0,83	28,33 (14,16%)
T8. Química del carbono	0	0	0	0
Total demanda (porcentaje)	39,17 (19,58%)	117,5 (58,75%)	43,33 (21,67%)	200 (100%)

En contraste está el tema 8, asociado a la química del carbono, que está ausente en los ejercicios de la prueba, si bien es cierto que algunas de las preguntas podrían asociarse indirectamente a este tema. Por ejemplo, preguntas relativas al enlace químico donde el átomo de carbono está presente, o problemas relacionados con cálculos estequiométricos o de reacciones de transferencia de protones en los que deben formular compuestos orgánicos sencillos como el benceno o el ácido metanoico.

A nivel global se observa que la mayoría de las cuestiones corresponden con una demanda de tipo algorítmico, donde los temas 1, 5, 6 y 7 muestran un alto porcentaje, casi de modo exclusivo, para este tipo de demanda (tabla 5).

Tema	Ejemplo de pregunta
Tema 1	<i>PAM25_2016B3 (2,5 puntos) Un hidrocarburo de masa molecular 112 g/mol contiene un 85,7% de carbono, siendo el resto hidrógeno. Determine: a) Su fórmula molecular. b) El volumen de aire, medido en condiciones normales, necesario para quemar 30 g del citado hidrocarburo. (Considerar que el aire posee un 21% de oxígeno). c) La masa de dióxido de carbono que se desprenderá si la reacción transcurre con un rendimiento del 62%. Masas atómicas: M(C): 12; M(H): 1; M(O): 16. R = 0,082 atm l mol⁻¹ K⁻¹.</i>
Tema 5	<i>PAM25_2019_B4. (2,5 puntos) Para una reacción determinada, la constante de velocidad vale: k₁ = 6,8x10² a 390 K y k₂ = 1,3x10⁻¹ a 280 K. Calcule: a) La energía de activación. b) La constante de velocidad a 325 K.</i>
Tema 6	<i>PAM25_2017_B4. (2,5 puntos) En una disolución 0,20 M de ácido fórmico (ácido metanoico) un 3,2% está ionizado. Calcule: a) La constante de disociación de dicho ácido a la temperatura a la que se refieren los datos anteriores. b) El porcentaje de ionización de una disolución 0,10 M de ácido fórmico, a la misma temperatura</i>
Tema 7	<i>PAM25_2010_A4. (2,5 puntos) Se han necesitado 15 ml de una disolución 0,1 M de K₂Cr₂O₇ para valorar 20 ml de una disolución acidificada de FeSO₄, según el proceso: $Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} + H^+ \rightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+} + H_2O$ a) Ajuste la ecuación del proceso por el método del ión-electrón. b) Determine la molaridad del sulfato de hierro (II) presente en la disolución valorada.</i>

Tabla 5. Ejemplos de demandas algorítmicas.

Respecto a las preguntas categorizadas como conceptuales, suelen asociarse a preguntas de verdadero y falso que demandan una explicación que va más allá de recordar un principio o fenómeno. En los exámenes analizados se observa una mayor proporción de estas cuestiones en los temas relacionados con la estructura atómica, propiedades de la tabla periódica (tema 2) y con enlace químico (tema 3). La tabla 6 muestra ejemplos de estos dos casos mayoritarios.

Por último, las preguntas que aparecen en menor proporción, no muy alejadas de las conceptuales, se asocian a la categoría definición. Son aquellas relativas al conocimiento o reconocimiento de determinados principios químicos con características principalmente memorísticas. En este caso, aparecen de nuevo con más frecuencia en preguntas relacionadas con la estructura atómica (tema 2). Corresponden con cuestiones que demandan especificar si un conjunto de números cuánticos o determinadas configuraciones electrónicas son posibles. En el caso de las cuestiones asociadas al tema 7 se relacionan con la identificación de los números de oxidación de determinados compuestos.

Tema	Ejemplo de pregunta
Tema 2	<i>PAM25_18_A1. (2,5 puntos) Indique, justificando brevemente la respuesta, cuantos electrones puede haber en un átomo con cada una de las siguientes agrupaciones de números cuánticos:</i> a) $n=3, l=2$ b) $n=2, l=1, m=-1$ c) $n=5, l=2, m=1, s=-1/2$
Tema 3	<i>PAM25_19_B2. (2,5 puntos)</i> a) <i>Indique, justificando la respuesta, si las moléculas de CO_2 y SO_2 tendrán la misma forma geométrica.</i> b) <i>La configuración electrónica del carbono es $1s^2 2s^2 2p^2$, en la que solo hay dos electrones desapareados. Justifique cómo es posible que, a pesar de ello, en la molécula de metano el carbono actúe con valencia 4 y su forma sea la de un tetraedro regular.</i> c) <i>Indique, justificando brevemente la respuesta, si los puentes de hidrógeno presentes son la causa de que la densidad del agua sólida sea inferior a la del agua líquida a $0^\circ C$</i>

Tabla 6. Ejemplos de preguntas de tipo conceptual.

Índice de diversidad

Las preguntas planteadas en los 10 últimos años en la PAM25 muestran una alta diversidad. De los 200 puntos totales que componen las 80 preguntas analizadas, se repiten 35,83 puntos que se asocian con 19 preguntas completas o sub-apartados concretos. Esto supone un 82,1 % de diversidad. Se observa que las preguntas de tipo conceptual y definición se repiten en siete sub-apartados, cuatro de tipo conceptual y tres de definición, lo que hace un total de 5,83 puntos. Así, la mayoría de las cuestiones que se repiten se asocian a las de tipo algorítmico. Existe un 93,7% de probabilidad de encontrar una pregunta diferente de entre las existentes ($H_{PAM25}=6.16$; $H_{MAX}=6.57$; $H_{PAM25/HMAX}=0.937$), lo que supone un valor alto de diversidad.

Discusión

Han pasado más de 30 años desde el estudio realizado por Escudero (1983) en el que, desde una perspectiva global, analizaba algunas cuestiones que contenía la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años. Así, este autor criticaba la falta de alineación legislativa de las preguntas, basadas generalmente en la memorización de datos. Desde

entonces parece que esta prueba de acceso ha sufrido modificaciones sustanciales en sus características y así se observa en los resultados obtenidos relativos a la prueba de química.

Las preguntas presentes en la prueba de química en el acceso a la universidad para mayores de 25 años muestran cierta alineación con el programa propuesto. A pesar de que no hay preguntas directamente relacionadas con la química orgánica, el resto de temas tienen presencia con mayor o menor proporción. "La evaluación es el motor de aprendizaje, ya que de ella depende tanto qué y cómo se enseña, como el qué y cómo se aprende" (Sanmartí, 2007, p.19). Así, el hecho de la ausencia de cuestiones vinculadas a la química orgánica puede determinar que los adultos que se presenten a la prueba no tengan en cuenta la preparación de aspectos relacionados con la química orgánica, importante para comprender determinados fenómenos tanto químicos como biológicos y, por tanto, presente en su futura formación universitaria.

Globalmente los resultados relacionados con la demanda cognitiva de las preguntas coinciden con el estudio realizado por Franco-Mariscal *et al.* (2015) en el contexto del acceso ordinario a la universidad en Andalucía (España) más que con otros trabajos que evalúan las preguntas de química en otros países (Ramírez *et al.*, 2010; Sanabria-Rios y Bretz, 2010; Smith *et al.*, 2010). Las preguntas de tipo algorítmico son las mayoritarias (58,75%), presentándose cuestiones de definición en menor proporción (19,58 %), no muy alejadas de las conceptuales (21,67%). Sin embargo, en comparación con este estudio, se observa una reducción de diez puntos porcentuales en las cuestiones de mayor nivel cognitivo. En este sentido, parece clara la necesidad de encaminar estas pruebas hacia cuestiones de tipo conceptual (no por ello más complejas), alejando la aplicación de algoritmos ya aprendidos y que no implican necesariamente una comprensión de determinados procesos (Ramírez *et al.*, 2010; Franco-Mariscal *et al.*, 2015).

Respecto a la relación entre el tema y el tipo de demanda, se observan temas que mayoritariamente incluyen cuestiones de tipo algorítmico (aspectos básicos, reacciones de transferencia de protones y electrones) y otros que se inclinan hacia cuestiones bien de tipo conceptual o bien de definición (estructura atómica y enlace químico). Aunque este tipo de relación se asocia a la propia naturaleza de la temática, esto no excluye la posibilidad de plantear cuestiones de mayor nivel cognitivo alejados de procedimientos previamente memorizados como sucede en las preguntas de tipo algorítmico (Franco-Mariscal *et al.*, 2015).

Las pruebas, además, pueden presentar preguntas que se repiten años después, es decir con poca diversidad. Este hecho puede hacer que preguntas que son a priori conceptuales se transformen en preguntas de tipo memorístico, siendo un condicionante en la evaluación de los conocimientos de los estudiantes. Los resultados muestran la existencia de diversidad en las preguntas planteadas en los diez últimos años, observándose una mayor repetición de preguntas de tipo algorítmico.

Este trabajo ha tratado de caracterizar la prueba de química en una universidad concreta española. Sin embargo, se desconoce si las características de la misma en otras universidades o distritos universitarios españoles serán similares a las detectadas en este trabajo. Este hecho abre puertas a nuevas investigaciones sobre las pruebas de química en el acceso a la universidad para mayores de 25 años que evalúen si el tipo de demanda que hay detrás de las mismas ayuda a que los adultos que acceden a titulaciones científicas o científico-sanitarias tengan las competencias necesarias para poder seguir los estudios de Grado con éxito.

Agradecimientos

Grupo de referencia BEAGLE Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA/UNIZAR). Proyecto EDU2016-76743-P (MINECO). A la editora y a los revisores anónimos por sus aportaciones para la mejora del trabajo.

Referencias

- Alda, F. (2015). *La biología en enseñanzas medias y primer curso de la universidad: análisis de los currículos mediante ontologías semánticas* (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Anderson, L. W. (2002). Curricular alignment: A re-examination. *Theory into Practice*, 41(4), 255-260.
- Escudero, T. (1983). *El acceso universitario para mayores de veinticinco años: análisis y seguimiento*. Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación y Universidad de Zaragoza.
- Escudero, T. (1997). Investigaciones sobre el procedimiento de selección de universitarios en España: una revisión comentada. *Revista de Educación*, 314, 7-27.
- Fernández-Mellizo, M. y Constante-Amores, A. (2020). Determinantes del rendimiento académico de los estudiantes de nuevo acceso a la Universidad Complutense de Madrid. *Revista de Educación*, 387, 213-240. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2020-387-433>
- Franco-Mariscal, R., Oliva, J. M. y Gil-Montero, 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.
- García-Rodríguez, M.P., Meseguer-Martínez, L., González-Losada, S. y Torrejón, A. R. B. (2014). Life-long learning: Success and future of new systems to access adult students of 40 and 45 years old to Higher Education in Andalucía. *Revista de Educación*, (363), 101-127. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2012-363-172>.
- Kaira, L. T. (2010). *Using Item Mapping to Evaluate Alignment between Curriculum and Assessment*. Tesis inédita de doctorado. University of Massachusetts: Amherst.
- Lorenzo-Moledo, M., Argos, J., Hernández-García, J. y Vera-Vila, J. (2013). El acceso y la entrada del estudiante a la universidad: Situación y propuestas de mejora facilitadoras del tránsito. *Educación XXI*, 17(1), 17-38. DOI: <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.9951>.
- Orden del 29 de abril de 2015, de la Consejería de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, sobre las pruebas de acceso a enseñanzas universitarias oficiales de Grado para mayores de veinticinco y de cuarenta y cinco años. *Boletín Oficial de Aragón*, 94, de 20 de mayo de 2015.
- Paulauskaitė, L. (2004). La competencia comunicativa en las pruebas de inglés de "Acceso a la universidad para mayores de 25 años". *Linred: Lingüística en la Red*, 2,1-20.
- Ramírez, S., Viera, L. y Wainmaier, C. (2010). Evaluaciones en los cursos universitarios de química: ¿qué competencias se promueven? *Educación química*, 21(1), 16-21. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30067-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30067-3)

- Real Decreto 412/2014, de 8 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a enseñanzas universitarias oficiales de grado. *Boletín Oficial del Estado* (España), 7 de junio de 2014, 138, 43307-43323.
- Salaburu, P. (2007). *La universidad en la encrucijada: Europa y EEUU*. Madrid: Academia Europea de Ciencias y Artes.
- Sanabria-Ríos, D. y Bretz, S.L. (2010). Investigating the relationship between faculty cognitive expectations about learning chemistry and the construction of exam questions. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 212-217. <https://doi.org/10.1039/c005470b>
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó
- Shannon, C.E. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana: IL, EEUU.
- Smith, K.C., Nakhleh, M.B. y Bretz, S.L. (2010). An expanded Framework for analyzing general chemistry exams. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 147-153. <https://doi.org/10.1039/c005463c>.
- Stamovlasis, D.; Tsaparlis, G.; Kamilatos, C.; Papaoikonomou, D. y Zarotiadou, E. (2005). Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: further evidence from national chemistry examination. *Chemistry Education Research & Practice*, 6(2), 104-118
- Vela, F. (2000). Las pruebas de acceso a la Universidad y las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. En Ubieto, A. (dir.), *Aspectos didácticos de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente (2)* (pp.109-158). Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Viera, L., Ramírez, S., Wainmaier, C. y Salinas, J. (2007). Criterios y actividades para la evaluación del aprendizaje en cursos universitarios de química. *Educación Química*, 18(4), 294-302.
- Zoller, U.; Lubesky, A.; Nakhleh, M.B.; Tessier, B. y Dori, J. (1995), Success on algorithmic and LOCS vs. conceptual chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*, 72, 987-989.