UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA Y SU INCIDENCIA EN LA ACTIVIDAD DOCENTE DEL PROFESORADO DE BACHILLERATO

TESIS DOCTORAL

presentada por

ROSARIO FRANCO MARISCAL

Dirigida por

Dr. JOSÉ MARÍA OLIVA MARTÍNEZ
Dra. ALMORAIMA GIL MONTERO

2016

Departamento de Didáctica
Didáctica de las Ciencias Experimentales

Dr. D. José María Oliva Martínez, Profesor Titular de Universidad del Área de Conocimientos de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didáctica de la Universidad de Cádiz y

Dra. Almoraima Gil Montero, Profesora Titular de Universidad del Departamento de Química Física de la Universidad de Cádiz,

Autorizan, en calidad de Directores, la presentación a trámite de la Tesis Doctoral de Rosario Franco Mariscal, titulada **"ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA Y SU INCIDENCIA EN LA ACTIVIDAD DOCENTE DEL PROFESORADO DE BACHILLERATO"**.

Puerto Real, a 30 de Septiembre de 2015

Fdo.: Dr. D. José María Oliva Martínez
Profesor Titular de Universidad

Fdo.: Dra. Dª Almoraima Gil Montero
Profesora Titular de Universidad

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

A mis directores, el Dr. José María Oliva Martínez, por aportar todo su conocimiento y experiencia sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales, trabajando mano a mano para que este trabajo pudiera salir adelante y en los plazos previstos, y a la Dra. Almoraima Gil Montero, que aceptó gustosa desde el principio participar en este proyecto. Ambos me han animado a llevarlo a buen término.

A los diez profesores que de forma desinteresada contestaron a las preguntas del cuestionario abierto.

A los trece profesores que habiendo impartido clase de Química en 2º de Bachillerato, amablemente se prestaron a ser entrevistados por mí y que no tuvieron ningún reparo en contestar a todas las preguntas que les hacía, así como a los ponentes de la coordinación de selectividad de Química de la provincia de Cádiz, D. Manuel A. Manzano Quiñones y Dª Rosario Rubio Santa Cruz.

A todos aquellos profesores y alumnos de 2º de bachillerato de los centros públicos y privados de toda Andalucía, que se animaron a responder al cuestionario online o en papel.

A mi padre, que se encargó de llevar el cuestionario en papel a los centros de enseñanza de Cádiz, tratando de encontrar más participación por parte del alumnado.

Sin la colaboración de todos ellos, parte de este trabajo no habría sido posible.

A aquellos compañeros/as del Colegio Jesús María El Cuco y amistades, que me han brindado su apoyo.

Esta Tesis Doctoral quiero dedicársela a toda mi familia, en especial a mis padres, quienes han estado muy pendientes de mis avances, animándome en todo momento, a mi hermano Joaquín, a mi cuñada Mª José y a mis sobrinos Ana y Santiago. Y a mi tío Joaquín que en paz descanse que le hubiera gustado ver como he seguido sus pasos realizando este trabajo.

RESUMEN

El objetivo central de esta Tesis es la caracterización de las pruebas de acceso a la universidad (PAU) en la asignatura de Química en Andalucía y el análisis de su repercusión en la enseñanza-aprendizaje de esta materia en cursos preuniversitarios. Para ello se han realizado dos estudios diferenciados, combinando en ambos casos enfoques cualitativos y cuantitativos de análisis de datos.

En el Estudio 1 se realiza un análisis de contenido de las pruebas de acceso de la asignatura de Química de Andalucía, tomando como referencia 576 preguntas correspondientes a las PAU planteadas entre 2002 y 2013 en las universidades andaluzas. Estas fueron caracterizadas según tres tipos de criterios diferentes, contabilizando las frecuencias de aparición de cada una de las categorías y de los cruces resultantes. Los criterios fueron: contenido temático implicado, tipo de pregunta según la naturaleza de la respuesta demandada y facetas de la competencia científica evaluadas.

El Estudio 2 analiza la incidencia de las PAU en las prácticas docentes del profesorado de Química de Bachillerato y de cursos anteriores. Para ello, por una parte, se realizó un análisis cualitativo a través de un cuestionario abierto y entrevistas semiestructuradas administradas a un total de 23 profesores de Química de 2º de bachillerato. Y, por otra, se llevó a cabo un estudio cuantitativo mediante un cuestionario cerrado tipo Likert administrado a 97 profesores de ciencias que imparten o han impartido alguna vez asignaturas de 2º de bachillerato y se adaptó para una muestra de 223 alumnos que cursaban la asignatura de Química de 2º de bachillerato.

A raíz de dichos estudios se obtuvieron dos conclusiones importantes. En primer lugar, se infiere que las PAU en Andalucía presentan un excesivo sesgo hacia la evaluación de ciertos contenidos temáticos, en detrimento de otros menos tratados, y hacia la resolución de problemas-tipo cuantitativos, frente a los de tipo conceptual que son menos frecuentes, si bien se aprecia una cierta progresión de estos en los últimos años. Se destaca también, especialmente, una pobre presencia de aspectos experimentales de la química, vinculados al diseño experimental y al trabajo práctico de laboratorio, y sobre todo una total ausencia de preguntas que evalúen aspectos creativos y sobre la naturaleza de la química o en torno a sus relaciones con problemas y situaciones de la vida diaria o con la dimensión tecnológica y ambiental. En segundo lugar, se concluye que, en opinión tanto de alumnos como de profesores, dichas pruebas condicionan estrechamente la enseñanza de la Química en 2º de bachillerato, e incluso en cursos anteriores, tanto desde el punto de vista de la actitud y orientación del alumno, como de la práctica docente del profesor. Se detecta, por ejemplo, un aumento de la motivación extrínseca del alumnado por sus estudios, orientada hacia el éxito y los resultados académicos, aunque no por una mejora de las actitudes hacia la química, y una repercusión muy negativa en las prácticas docentes del profesor.

Con los resultados obtenidos ponemos de manifiesto fortalezas y debilidades, apuntando cambios posibles e incluso necesarios, en los planteamientos de partida habituales que dominan la cultura docente en la actualidad, buscando un cambio positivo en la estructura y contenido de estas pruebas, y a la larga también en las prácticas de enseñanza del profesorado en ejercicio.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is the characterization of the Andalusian higher education access test (PAU) in chemistry subject and the analysis of the repercussion in their teaching-learning process in the foundation degree level. To this effect, two different studies have been made, combining in both qualitative and quantitative approaches to data analysis.

In Study 1 a content analysis is done, taking as reference 576 questions corresponding to the PAU questions raised between 2002 and 2013 in the Andalusian universities. Questions were characterized by three different criteria, counting the frequency of occurrence of each of the categories and the resulting crosses. The criteria were: involved thematic content, questions types as the nature of the response demanded and facets of scientific competence evaluated.

Study 2 analyzes the impact of the PAU tests in teaching practices of Chemistry teachers from Bachelor and from previous courses.

To do this, on the one hand, a qualitative analysis was performed through an open questionnaire and structured interviews administered to a total of 23 Chemistry teachers, from 2nd year of Bachelor. And on the other hand, a quantitative study was performed by a closed Likert questionnaire administered to 97 science teachers who teach or have taught subjects ever from 2nd year of Bachelor. Also it was adapted for a sample of 223 students who were studying the subject of Chemistry, in 2nd year of Bachelor.

Following these studies two important conclusions were obtained. First, it follows that the Andalusian PAU tests have excessive bias towards the evaluation of certain thematic contents, to the detriment of other less treated. Also can be observe a bias towards solving quantitative problem type, against conceptual type which are less frequent, although a certain progression of these over the years can be seen. It is noteworthy, in particular, a poor presence of experimental aspects of chemistry, related to experimental design and practical laboratory work, and above all an absence of questions that assess creative aspects and about the nature of the chemistry or around its relations with problems and situations of daily life or the technological and environmental dimension. Secondly, it is concluded that, in the opinion of both students and teachers, these tests determine closely the teaching of chemistry in 2nd year of Bachelor, and even in previous years, both from the point of view of the attitude and orientation of the student, and the teaching practice of teachers. Is detected, for example, an increase in the extrinsic motivation of students for their studies, oriented to the success and academic results, but not improved attitudes toward chemistry, and a very negative impact on the educational practices of the teacher.

The obtained results show strengths and weaknesses, pointing possible and even necessary changes, in the starting usual approaches that dominate the teaching culture today, looking for a positive change in the structure and content of these tests, and eventually also in teaching practices of teachers in exercise.

ÍNDICE

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 1

2.- MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN 9
2.1.- Introducción 11
2.2.- La enseñanza de la química hoy 11
2.3.- Los procesos de evaluación en la enseñanza de las ciencias 15
2.4.- Análisis de pruebas escritas de evaluación en la enseñanza de las ciencias, en general, y de la química, en particular 20
2.4.1.- Caracterización de preguntas de evaluación desde la perspectiva del tipo y alcance de la respuesta exigida 21
2.4.2.- Caracterización de preguntas de evaluación en función de las competencias demandadas 29
2.5.- La evaluación en ciencias a través de pruebas externas 36
2.6.- Algunos ejemplos de pruebas externas 40
2.6.1.- PISA (Programme for International Student Assessment): Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos 40
2.6.2.- TIMSS (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias). 47
2.6.3.- Pruebas de diagnóstico (PED) 51
2.6.4.- Olimpiada de Química 58
2.6.5.- Descripción de las futuras pruebas de reválida según la LOMCE 61
2.7.- La prueba de Química de la PAU 61
2.7.1.- Consideraciones generales sobre la PAU 61
2.7.2.- Estructura de las pruebas de las PAU en Química en la CAA 69
2.8.- A modo de síntesis 70

3.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 73
3.1.- Introducción 75
3.2.- Estudio 1 (Análisis de las pruebas) 75
3.2.1.- Subproblema investigado y cuestiones de investigación 75
3.2.2.- Objeto de análisis y enfoque de la investigación 76
3.2.3.- Sistema de análisis 77
3.2.3.1.- *Dimensión Temática* 78
3.2.3.2.- *Tipo de preguntas* 82
3.2.3.3.- *Aspectos o facetas de la competencia científica que se evalúan* 93
3.2.4.- Análisis de las preguntas 103
3.2.5.- Análisis estadístico de los datos 106
3.2.6.- Fiabilidad de los análisis realizados 106
3.3.- Estudio 2 (Opiniones de los profesores) 109
3.3.1.- Formulación del subproblema 2 y de las cuestiones de investigación 109
3.3.2.- Objeto de análisis y enfoque de la investigación 110
3.3.3.- Instrumentos de recogida de información (cuestionario abierto, cuestionario cerrado, entrevistas y ampliación de entrevistas) 110
3.3.4.- Participantes 117
3.3.4.1.- *En entrevistas y cuestionarios 1 y 3 administrados al profesorado* 117
3.3.4.2.- *En el cuestionario 2 administrado al profesorado* 119
3.3.4.3- *En el cuestionario 2 administrado al alumnado* 120

3.3.5.- *Procedimiento* de análisis de los resultados 121

4.- ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE SELECTIVIDAD 123
4.1.- Introducción 125
4.2.- Temáticas abordadas en las preguntas 125
4.3.- Tipos de preguntas abordadas en las pruebas 132
4.4.- Aspectos de la competencia científica evaluados en las pruebas 138
4.4.1.- Aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química" 138
4.4.2.- Aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química" que estuvieron presentes 143
4.4.3.- Aspectos no evaluados 147
4.5.- Tipos de preguntas planteadas en función de la temática abordada 149
4.5.1.- Tipos de preguntas para temáticas de "Estequiometría" 149
4.5.2.- Tipos de preguntas para temáticas sobre "Átomo y Tabla Periódica" 150
4.5.3.- Tipos de preguntas para temáticas de "Enlace químico" 151
4.5.4.- Tipos de preguntas para temáticas de "Termoquímica" 152
4.5.5.- Tipos de preguntas para temáticas de "Cinética química" 153
4.5.6.- Tipos de preguntas para temáticas de "Equilibrio químico" 153
4.5.7.- Tipos de preguntas para temáticas de "Ácido-base" 155
4.5.8.- Tipos de preguntas para temáticas de "Electroquímica" 156
4.5.9.- Tipos de preguntas para temáticas de "Química orgánica" 156
4.5.10.- Tipos de preguntas para temáticas de "Formulación" 157
4.5.11.- Síntesis de tipos de preguntas en función de la temática 158
4.6.- Aspectos de la competencia científica evaluados en función de la temática 160
4.6.1.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Estequiometría" 160
4.6.2.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Átomo y Tabla Periódica" 162
4.6.3.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Enlace químico" 164
4.6.4.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Termoquímica" 166
4.6.5.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Cinética química" 167
4.6.6.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Equilibrio químico" 169
4.6.7.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Ácido-base" 170
4.6.8.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Electroquímica" 172
4.6.9.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Química orgánica" 173
4.6.10.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Formulación" 174
4.6.11.- Síntesis de aspectos de la competencia científica evaluados en función de las temáticas 175
4.7.- Síntesis de resultados y discusión 177
4.7.1.- Sobre las temáticas que se evalúan 177
4.7.2.- Sobre el tipo de preguntas planteadas 178
4.7.3.- Aspectos de la competencia científica contemplados en la evaluación 179
4.7.4.- Asociación entre contenido temático, tipo de preguntas y aspectos evaluados de la competencia científica..... 184

4.7.5.- Evolución de tendencias a lo largo del tiempo 187

5.- ESTUDIO DE PERCEPCIONES DEL PROFESORADO Y DEL ALUMNADO 189

5.1.- Introducción 191
5.2.- Análisis de validación del cuestionario 2 para la muestra de profesores y resultados globales obtenidos 192
5.3.- Análisis conjunto de resultados parciales del cuestionario 2 administrado al profesorado y de la información cualitativa 202
5.3.1.- Dimensión 1: Motivación y estilo de aprendizaje 202
5.3.1.1.- *Interés del alumnado por el estudio* 202
5.3.1.2.- *Aprendizaje significativo vs. aprendizaje memorístico*..... 205
5.3.2.- Dimensión 2: Currículo y prácticas de aula 210
5.3.2.1.- *Densidad de contenidos y ritmo de clase*..... 210
5.3.2.2.- *Inclusión de contenidos novedosos y con orientación CTS*..... 215
5.3.2.3.- *Metodología y recursos* 219
5.3.2.4.- *Organización del trabajo en el aula*..... 230
5.3.2.5.- *Evaluación*..... 232
5.3.3.- Percepciones sobre la influencia en cursos anteriores 235
5.4.- Análisis resultados del cuestionario administrado al alumnado 238
5.4.1.- Resultados globales 238
5.4.2.- Dimensión 1: Motivación y estilo de aprendizaje 240
5.4.2.1.- *Interés por el estudio* 240
5.4.2.2.- *Aprendizaje significativo vs. aprendizaje memorístico*..... 241
5.4.3.- Dimensión 2: Currículo y prácticas de aula 242
5.4.3.1.- *Densidad de contenidos y ritmo de clase* 242
5.4.3.2.- *Inclusión de contenidos novedosos y con orientación CTS* 242
5.4.3.3.- *Metodología y recursos* 243
5.4.3.4.- *Organización del trabajo en el aula*..... 244
5.4.3.5.- *Evaluación*..... 245
5.5.- Síntesis de resultados y discusión 246
5.5.1.- Sobre el efecto de las pruebas en el tipo de aprendizaje y en el interés promovido por las ciencias en el alumnado 246
5.5.1.1.- *Sobre el efecto de las PAU en la motivación y en el interés por el estudio de las ciencias*..... 247
5.5.1.2.- *Sobre el efecto de las PAU en el estilo de aprendizaje del alumnado*..... 247
5.5.2.- Sobre el efecto de las PAU en el currículo y la práctica docente 248
5.5.2.1.- *Sobre el efecto de las pruebas en los contenidos abordados* 249
5.5.2.2.- *Sobre el efecto de las pruebas en la metodología de enseñanza de las ciencias*..... 250
5.5.2.3.- *¿Sobre el efecto de las pruebas en la evaluación?*..... 252
5.5.3.- Sobre la proyección de la influencia de las pruebas en cursos anteriores 254

6.- CONCLUSIONES 257
6.1.- Síntesis de resultados 259
6.1.1.- Sobre la naturaleza de las PAU (Estudio 1) 259
6.1.2.- Sobre las percepciones de profesores y alumnos en torno al impacto de la PAU en la enseñanza de la Química en los centros (Estudio 2) 263
6.2.- Implicaciones educativas 267
6.3.- Limitaciones de la investigación 270
6.4.- Perspectivas futuras de investigación 272

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ……. 275

ANEXOS …… 293
Anexo I.- Prueba PAU de Química …… 295
Anexo II.- Preguntas alternativas …… 299
Anexo III.- Cuestionario online profesores …… 319
Anexo IV.- Cuestionario online alumnos …… 321

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

El objetivo central de esta tesis es la caracterización de las pruebas de acceso a la universidad (PAU) en la asignatura de Química y el análisis de su repercusión en la enseñanza-aprendizaje de esa materia en cursos preuniversitarios.

Con este análisis se persigue un doble objetivo. De un lado, nos motiva realizar un estudio en torno al contenido y la estructura de dichas pruebas, al objeto de realizar propuestas de mejora para el diseño correspondiente, o de otras pruebas externas que puedan en el futuro implantarse para evaluar al sistema educativo o el desempeño del alumnado al finalizar sus estudios de bachillerato. Se trata de delimitar qué facetas del aprendizaje son las que se evalúan con mayor frecuencia en estas pruebas, en qué medida mediante las mismas se valora un aprendizaje integral del alumno, y hasta qué punto se aprecia una evolución en estos elementos a lo largo de los doce últimos años.

De otro, nos alienta un interés por arrojar luz en torno a los criterios que dirigen la toma de decisiones del profesorado de Ciencias en el bachillerato, en relación a distintos elementos curriculares, como consecuencia del condicionamiento que ejercen las pruebas de acceso. Se trata con ello de poner de manifiesto fortalezas y debilidades en tales expectativas, al objeto de apuntar cambios posibles, e incluso necesarios, en los planteamientos de partida habituales que dominan la cultura docente en la actualidad.

Ambas pretensiones encuentran su intersección en la posibilidad de un cambio constructivo en la estructura y contenido de estas pruebas, que impulse a la larga un cambio positivo también en las prácticas de enseñanza del profesorado en ejercicio. De hecho, la evaluación no es algo independiente de los procesos de enseñanza, encontrándose profundamente ligada a la toma de decisiones educativas (Linn, 1987). Por ejemplo, tanto el contenido como las demandas de las preguntas planteadas en las pruebas de acceso a la universidad, de tanta trascendencia social y académica, podrían ejercer una fuerte presión que condiciona a qué prestan mayor atención los profesores en sus clases (Banet, 2007), sobre qué aspectos se incide más, y qué tópicos, habilidades y valores se dejan en un segundo plano al priorizar el tiempo que dedica a

cada faceta (Oliva y Acevedo, 2005). Como señala Sanmartí (2003), está bien estudiado que los cambios en el currículo y en las metodologías docentes "no viene tanto de la implantación de nuevos programas por parte de los gobiernos, como de los cambios en pruebas externas" (Sanmartí, 2003, p. 11). Resulta esencial, por tanto, realizar una cuidadosa reconsideración de aquello que debe ser evaluado al objeto de evitar que la evaluación se limite a dimensiones parciales del aprendizaje o a los aspectos que son más fáciles de valorar (Gil y Vilches, 2006). Sobre todo teniendo en cuenta que las evaluaciones externas, si están bien planteadas, pueden reorientar la enseñanza de las ciencias hacia propuestas innovadoras coherentes con las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias (Tamir, 1998; Acevedo, 2005; Gil y Vilches, 2006).

Este tipo de análisis resulta de vital importancia, pues, a la hora de calibrar el estado actual de la enseñanza de la química a nivel preuniversitario, especialmente en un momento en el que se cuenta ya con un corpus de conocimiento suficiente, procedente de la investigación desarrollada en los últimos años en el campo de la enseñanza de química, del que emanan valiosas implicaciones para la docencia y para la evaluación. Más aún cuando, a nivel internacional, viene irrumpiendo el marco de las competencias como elemento vertebrador de la enseñanza de las distintas materias de los planes de estudios de la educación, tanto universitaria como de los niveles que le preceden. Desde este marco se plantea, como sabemos, una enseñanza y un aprendizaje centrado en competencias que los estudiantes han de desarrollar, y no solo en conocimientos que han de adquirir.

En este punto cabe plantearse la pregunta de hasta qué punto han calado verdaderamente en la enseñanza en el bachillerato las implicaciones y recomendaciones procedentes de la investigación en la didáctica de la química, y en qué medida se proyectan sobre la evaluación y el tipo de preguntas y competencias que se ponen en juego en las pruebas y exámenes correspondientes. Al lado de ello, conviene evaluar las percepciones de profesores y alumnos acerca de dichas pruebas y de cómo inciden en la enseñanza de las ciencias en el bachillerato y en cursos anteriores. Es justamente este análisis conjunto entre lo que se evalúa en las pruebas de acceso y sobre cómo ello influye en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias

en la educación secundaria, de donde podemos extraer implicaciones importantes para el desarrollo de este tipo de pruebas o de otras que en el futuro pudieran emplearse tanto en el acceso a los estudios universitarios como en las pruebas de diagnóstico y/o nuevas reválidas a lo largo de la educación obligatoria.

En este sentido, son muy escasas, por no decir inexistentes, las investigaciones realizadas en nuestro país en esta línea, al menos referidas a la enseñanza de las ciencias, en general y de la química, en particular. De ahí que hayamos decidido emprender un estudio de este calibre, analizando la realidad concreta de las pruebas de acceso en la Comunidad Autónoma Andaluza, y de las percepciones de profesores y alumnos sobre la incidencia de dichas pruebas en la dinámica educativa en la enseñanza de las ciencias, con particular atención al caso de la enseñanza-aprendizaje de la química.

En el capítulo 2 se ofrece el fundamento teórico en el que se basa la presente tesis, haciendo un recorrido sobre generalidades acerca de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y en particular de la química, a lo largo de la secundaria, sobre distintos aspectos relevantes relacionados con la evaluación a través de pruebas escritas de evaluación, y en torno a las pruebas externas como contexto en el que situar las PAU de química, junto a otras como las pruebas PISA, TIMSS, las pruebas de diagnóstico o las Olimpiadas de Química.

En el capítulo 3 se describe el diseño de la investigación para la parte experimental de la tesis, la cual está dividida en dos estudios. Por un lado, el análisis de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química, que llamaremos Estudio 1, y por otro, el de las percepciones del profesorado y del alumnado sobre en qué medida y de qué forma inciden esas pruebas en la práctica docente, lo que denominaremos Estudio 2. Con tal fin se plantea en cada caso cuáles son las cuestiones objeto de estudio y el enfoque de investigación adoptado, se caracteriza la muestra objeto de estudio y los procedimientos de recogida de información, y se analiza finalmente los criterios para el análisis de los datos obtenidos.

En el capítulo 4 se realiza el análisis de las pruebas de Selectividad (Estudio 1), para lo cual se emplean tres criterios distintos. En primer lugar, se clasifican las preguntas que integran las pruebas de acuerdo a la temática abordada, para lo cual se emplea como

referencia el listado de temas del currículum que abarca. En segundo lugar, se realiza un análisis de acuerdo a la estructura interna de cada pregunta, en función del tipo de tarea demandada en cada una. En tercer lugar, se efectúa un análisis paralelo pero empleando como esquema de clasificación distintos aspectos relacionados con la competencia científica. Finalmente, se efectúan estudios evolutivos para detectar posibles variaciones con el tiempo de los resultados obtenidos y se llevan a cabo una serie de análisis cruzados combinando parejas de los criterios citados.

En el capítulo 5 se lleva a cabo el estudio de las percepciones del profesorado y alumnado en torno a la influencia de la PAU sobre su actividad docente en Secundaria (Estudio 2), con el objetivo de averiguar en qué medida y de qué forma dicha prueba condiciona el tipo de aprendizaje y motivación que se fomenta en el alumnado, si afectan a los contenidos sobre los cuales el profesorado pone mayor énfasis en su actividad docente, y si repercute sólo en 2º de bachillerato o también incide sobre cursos anteriores.

Finalmente, a modo de conclusiones, en el capítulo 6 se expone una síntesis de los resultados obtenidos, se lleva a cabo una discusión sobre sus implicaciones educativas, se describen las limitaciones del estudio realizado y se plantean perspectivas futuras de investigación.

Y en el capítulo 7 se recogen las referencias bibliográficas citadas a lo largo de la presente tesis.

Además de todo ello, se incluyen al final de esta memoria, en forma de anexos, distintos documentos complementarios que serán de utilidad al lector a la hora de situar mejor la investigación desarrollada. De un lado, se muestra un ejemplo de examen de Selectividad de Química correspondiente a una de las convocatorias analizadas. De otro, se proporcionan ejemplos de preguntas alternativas a las tradicionales que proponemos para completar un repertorio más rico y acorde con las implicaciones de la tesis, en coherencia con los principios del currículum de Secundaria prescrito y con las aportaciones de la investigación en la enseñanza de las ciencias. Para terminar se presentan los dos cuestionarios cerrados administrados, respectivamente a profesores y a alumnos de modo “online”.

Finalmente, en material digital adjunto, en forma de CD, se aportan distintos apéndices, entre los que figura la muestra total de preguntas de Selectividad analizadas, la clasificación de dichas preguntas, y las transcripciones de las entrevistas y cuestionarios abiertos empleados.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.- Introducción

En este capítulo se ofrece un marco general desde el que entender el desarrollo de la investigación que se realiza en la tesis. Se trata, en primer lugar, de aportar los fundamentos teóricos que orientan el estudio y que nos ayudarán en el proceso de delimitación del problema a investigar, en el diseño de recogida de información, en la interpretación de los datos obtenidos y en la formulación de conclusiones. Dicho marco teórico aborda distintas perspectivas cuyo interés converge en el desarrollo de la tesis, como son el posicionamiento que asumimos sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en general, y de la química, en particular, a lo largo de la educación secundaria; el movimiento reciente generado en la educación en el marco de las competencias; la teorización en torno al diseño de pruebas de evaluación, y el papel que asignamos a las pruebas externas, entre ellas las pruebas de acceso a la universidad, como elemento regulador del sistema educativo. Además, en segundo lugar, se aporta un marco contextual que describe la estructura general de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de química, analizando no solo el currículo objeto de evaluación a través de las mismas, sino también los criterios y procedimientos para la elaboración de estas pruebas dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

2.2.- La enseñanza de la química hoy

La producción científica generada en los últimos años en el campo de la enseñanza de las ciencias, tanto en España como en otros países, es bastante amplia (Jiménez-Pérez, 2012), y desde ella se han generado multitud de propuestas e implicaciones tanto para las prácticas de enseñanza como para la evaluación. Resulta imposible en pocas líneas sintetizar todos los avances en este campo, si bien podemos señalar algunos consensos, a modo de conclusiones genéricas, de especial relevancia a la hora de considerar qué y cómo debe aprender un alumno en ciencias y, en consecuencia, cómo ha de enseñarse estas materias y qué, cómo y cuándo ha de evaluarse sus aprendizajes, particularmente en bachillerato (Novak y Gowin, 1988; Posner et al.,1982; Driver, 1986;

Hodson, 1996; Lederman,1992; Gil, 1996; Bybee, 1997; Tamir, 1998, etc.):

- La educación científica dirigida a futuros científicos no es incompatible, sino complementaria, con una formación dirigida a promover la alfabetización científica, esto es, dirigida a fomentar una cultura ciudadana en temas tecnocientíficos (Acevedo, 2004; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Ello quiere decir, por ejemplo, que no solo es importante crear vocaciones científicas y aportar una base de conocimientos de química para cursos superiores dentro de los estándares habituales, sino que, como justifica Garritz (1996, 1998), se debe promover una enseñanza integral, en la que también son esenciales aprendizajes que pongan en valor la presencia de la química y su tecnología en los aspectos de la vida cotidiana, o que muestren las interacciones entre química y cultura. Así mismo, como también justifica el citado autor, la enseñanza de la química en el bachillerato debería perseguir el desarrollo de la creatividad, el espíritu crítico y la toma de decisiones, desde planteamientos éticos responsables y que incluyan contenidos relacionados con la naturaleza e historia de la ciencia.

- Se ha de situar el foco de atención no solo en que los alumnos aprendan “ciencias”, sino también en que aprendan a “hacer ciencias” y aprendan “acerca de la ciencia”.

  Todo ello en consonancia con las propuestas de Hodson (1996) y en sintonía con el marco de las competencias de tanta actualidad hoy en día en el campo de la educación, desde donde se destaca la importancia de una educación que integre el “saber”, el “hacer” y una formación en valores, entre ellos los que se corresponden con las aportaciones y limitaciones de la ciencia.

- Así mismo, la enseñanza de las ciencias debe ser tal que se presente de una manera motivadora. Fundamentalmente se ha de priorizar la motivación intrínseca, orientada al gusto por conocer y satisfacer la curiosidad, frente a la extrínseca, más preocupada por alcanzar otros logros colaterales no ligados al saber científico. Cuando los alumnos tienen una motivación intrínseca por el contenido del aprendizaje, es más probable que éstos se involucren más profundamente en la tarea y, con ello, en estrategias metacognitivas de autorregulación. En tales circunstancias, señalan Pintrich et al. (1993), será más probable también que se den las condiciones para el cambio conceptual. Reid y Hodson (1993) señalan que

sólo en la medida en que, como profesores, centremos la atención en las necesidades personales y afectivas de los alumnos, podremos comenzar a elevar los niveles de rendimiento en el ámbito académico. Por tanto, el foco debe situarse sobre el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias y su aprendizaje. Desarrollar el interés de los alumnos por las ciencias, fomentar actitudes positivas hacia su aprendizaje en la escuela, o promocionar su estudio desde una perspectiva de aprendizaje significativo que sirva para satisfacer la curiosidad y el deseo de saber, deberían constituir aspectos esenciales a contemplar dentro de la educación científica, en general, y del aprendizaje de la química en particular.

- Cuando hablamos de "aprender ciencias" no solo hemos de referirnos a un recuerdo o retención de información o a un aprendizaje memorístico de los conceptos y teorías presentadas, sino más bien a un aprendizaje significativo partiendo de las ideas o concepciones de sentido común y de los aprendizajes anteriores (Driver, 1986, 1988). Por tanto, sin descartar que algunos aprendizajes tengan lugar por memorización de datos e informaciones o a través de "entrenamiento" y "automatización" de procesos aprendidos, no debería reducirse a ellos el aprendizaje de las ciencias. Antes, al contrario, deberían prevalecer aprendizajes de otro tipo, favoreciéndose la comprensión cualitativa de las nociones estudiadas (Bodner y Domin, 2000; Sanabria-Ríos y Bretz, 2010), el establecimiento de relaciones entre lo que se sabe y lo nuevo a aprender (Ausubel, Novak y Hanesian, 1989), la conexión entre el aprendizaje académico y la vida cotidiana (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005), el pensamiento divergente (Gil-Pérez, 1993) y, en definitiva, el desarrollo de la autonomía personal y las capacidades de aprender a aprender (Martín Izard, 2001).

- Por ello, aprender a "hacer ciencias" no solo implica aprender algoritmos de resolución de problemas y su aplicación en la resolución de problemas-tipo. Se trata también, y fundamentalmente, de favorecer la inmersión de los alumnos en la actividad científica, con el desarrollo de actividades prácticas de laboratorio, de resolución de problemas abiertos o de destrezas de investigación: delimitar problemas, formular y justificar hipótesis, diseño de procedimientos de búsqueda de información, análisis de resultados, etc. (Gil-Pérez, 1993; Gil et al., 1999).

- Y, por ello también, aprender "acerca de la ciencia" supone que los alumnos adquieran conocimientos y valores acerca de lo que es la ciencia, cómo se desarrolla, qué utilidades tiene o qué limitaciones presenta. En definitiva, se trata de que desarrollen una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia (Lederman, 1992; Acevedo et al., 2005). Es de esperar, por otra parte, que esta capacidad de reflexión sobre la naturaleza de la ciencia ayude al alumnado, asimismo, a reflexionar sobre la naturaleza de su propio aprendizaje. De este modo, el estudio de la naturaleza de la ciencia puede contemplarse como un complemento de la actividad metacognitiva del alumno, aspecto esencial en los procesos de autorregulación (Campanario, 2000). En este sentido, la historia de la ciencia puede ser de gran utilidad (Fernández-González, 2000), por cuanto muchos de los problemas de aprendizaje de las ciencias en el alumnado, reproducen situaciones problemáticas y crisis que se han dado en la historia de la ciencia (Gil, 1993).

- La enseñanza de las ciencias ha de desarrollarse a nivel metodológico de un modo coherente con estos principios anteriores, lo que exige una participación activa y una implicación decidida de los alumnos en su proceso de aprendizaje (Driver, 1986). No vale, por tanto, limitar su aprendizaje a situaciones de recepción de conocimientos ya elaborados, o a reproducción de procedimientos de resolución de problemas aprendidos previamente; sino que es preciso una mayor implicación del alumno en su proceso de construcción de conocimientos. De este modo, aportar sus propias visiones, manifestar dudas sobre lo nuevo, tener ocasión de producir nuevas ideas o desarrollar su iniciativa y la toma de decisiones, son aspectos también a contemplar y priorizar desde el punto de vista de la metodología de enseñanza (Driver, 1988; Gil-Pérez, 1993).

- La evaluación debe ser consecuente con estas premisas, tanto en el fondo como en la forma en que se evalúa. Se debe promover una evaluación equilibrada en el que diferentes tipos de aprendizaje puedan ser tenidos en cuenta, y que se desarrolle con diferentes fines y en distintos momentos del proceso de aprendizaje. En este sentido, no debería limitarse ésta al planteamiento de pruebas de exámenes, ni simplemente a comprobar de forma finalista qué han aprendido los alumnos. Se

debe fomentar el uso de otros instrumentos distintos de evaluación y de concebir ésta como medio de autorregulación del alumno -y del profesor- y, por tanto, como instrumento de aprendizaje (Jorbá y Sanmartí, 1997; Sanmartí, 2007).

- Las evaluaciones externas condicionan la importancia que tanto profesores como alumnos asignan a los contenidos del currículum; y éstos, a su vez, condicionan la actividad docente desde un punto de vista metodológico. De ahí que sea tan importante contar con pruebas externas equilibradas y que incorporen ideas surgidas de la didáctica de las ciencias, con objeto de promover cambios en la enseñanza (Acevedo, 2005; Hernández, 2006).

Una vez demarcada nuestra visión general sobre la enseñanza de las ciencias, pasaremos a profundizar en aspectos relativos a la evaluación, la evaluación a través de pruebas externas y, más concretamente dentro de ellas, de las PAU.

2.3.- Los procesos de evaluación en la enseñanza de las ciencias

El interés por la evaluación ocupa un lugar importante en la agenda internacional actual en didáctica de las ciencias (Garritz, 2010; Vázquez-Bernal, Mellado, Jiménez-Pérez y Martos, 2013), y hasta tal punto es así que ningún cambio educativo es posible sin un cambio también en el sentido que se da a la evaluación y en cómo se evalúa. En este sentido, la evaluación no es independiente del proceso de toma de decisiones en la enseñanza, sino que está íntimamente ligada a ella, de modo que condiciona la selección de contenidos de aprendizaje, el orden en el que se enseña y la metodología mediante la que se hace (Nieda, Cañas y Martín-Díaz, 2004). De hecho, muchos intentos innovadores han fracasado porque su implantación no fue acompañada de cambios también en el uso que se hacía de la evaluación y en la forma de evaluar, dado que las innovaciones no pueden darse por consolidadas si no se reflejan en transformaciones similares en la evaluación (Linn, 1987).

Sin embargo, como señala Martínez (2012), pese a la existencia de esta mirada acerca de la evaluación, las prácticas evaluativas desarrolladas en la clase por el profesorado, continúan sustentándose en una visión tradicional, lo que impediría relacionarla con el propio proceso de aprender. Así, la mayor parte de las veces la evaluación se ha

entendido solo como una parte terminal de la enseñanza, dirigida a calificar al alumnado desde una orientación puramente institucional y sancionadora.

No obstante, las últimas décadas han puesto de relieve la necesidad de una reconceptualización en la evaluación, de modo que no se reduzca a un mero proceso de calificación del alumno. Por el contrario, su principal finalidad sería servir de motor de la enseñanza, proporcionando elementos de juicio que faciliten la autorregulación (Sanmartí, 2007).

En este sentido, se ha de distinguir entre distintos tipos de evaluación en función de los propósitos para los que ésta se plantea. Así, se distingue entre una evaluación formativa destinada a contribuir al aprendizaje del alumno, como instrumento de autorregulación y dirigido a la mejora, y una evaluación sumativa, orientada a realizar balances y valoraciones finales de los procesos de enseñanza-aprendizaje desarrollados y del desempeño mostrado por el alumnado.

La evaluación debiera involucrar, por consiguiente, tanto una valoración de los aprendizajes adquiridos por los alumnos, individualmente y como colectivo de clase, como la actuación del propio profesor, del currículum y, en suma, de todo el proceso de enseñanza/aprendizaje. Consecuentemente con ello debería servir como instrumento de retroalimentación, tanto al alumno como al mismo profesor.

Desde esta perspectiva, Perales (1996) delimita al menos cinco propósitos de la evaluación en la enseñanza de las ciencias:

- Para promover y mejorar el aprendizaje.
- Para valorar el grado de cumplimiento de los objetivos educativos.
- Para diagnosticar inicialmente las ideas previas, errores conceptuales, habilidades o actitudes de los alumnos.
- Para diagnosticar el cambio conceptual, de habilidades o de actitudes.
- Para estudiar las posibles causas de un aprendizaje deficiente y modificarlas.

En suma, la evaluación tiene dos grandes vertientes; por un lado, es necesaria para introducir modificaciones en la enseñanza y para ajustar la ayuda necesaria a los alumnos que lo requieren, y de otro, conocer en qué medida se han conseguido las intenciones educativas previstas (Nieda et al., 2004).

Este cambio en la concepción de la evaluación debería afectar también a la actitud que los alumnos tienen de ella, transformando la visión negativa que suele constatarse al respecto para contribuir a una imagen positiva que valore el papel que juega en el aprendizaje reafirmando los conocimientos adquiridos y contribuyendo a la reconstrucción de los conocimientos deficientemente aprendidos.

Al lado de estas premisas generales que marcan nuestra filosofía sobre "qué y para qué evaluar", habría que señalar algunos aspectos referentes a la manera de hacerlo, esto es: "cómo evaluar". Desde este punto de vista, es preciso contemplar formas diversas y variadas que combinen métodos cualitativos y cuantitativos. En este sentido, son diversas las técnicas que se pueden adoptar (Perales, 1996; Gairin y Sanmartí, 1998; Nieda et al., 2004; Oliva, 2004; Sanmartí, 2007). A continuación ofrecemos de forma muy sintética algunas de las más importantes (tabla 2.1).

Tabla 2.1.- Técnicas e instrumentos de evaluación en la enseñanza de las ciencias.

Pruebas escritas (controles o exámenes)	Respuesta abierta
	Respuesta cerrada
	Respuesta semiabierta
Observación en el aula	Espontánea sin registro
	Con formularios de registros
	Diario del profesor
Entrevistas	Pruebas orales
	Entrevistas a demanda
	Entrevistas informales
	Entrevistas con padres, tutores, etc.
Cuaderno de clase y/o de laboratorio	
Trabajos realizados por los alumnos	
Sesiones de debates de evaluación y de coevaluación del profesor con sus alumnos	
Informes de autoevaluación de los alumnos	

Por otra parte, desde el punto de vista de "cuándo evaluar" podemos delimitar distintos momentos en el proceso de intervención, en íntima conexión con los propósitos para los que ésta se plantea (Sanmartí y Alimenti, 2004; Álvarez, 2009):

I. Una evaluación inicial o diagnóstica, que permita identificar las características iniciales del alumno en cuanto a conocimientos ya adquiridos, razonamientos y estrategias espontáneas y dificultades de aprendizaje. Permite al profesor planificar adecuadamente el trabajo y al alumno tomar conciencia de su punto de partida.

II. Una evaluación formativa, que evalúa los distintos tipos de contenidos y

capacidades y destrezas intelectuales adquiridos, los razonamientos y estrategias que conducen al aprendizaje y las dificultades que van apareciendo. En este sentido, la evaluación debe favorecer e impulsar el aprendizaje significativo y mejorar el trabajo de los alumnos, no suponiendo una medida de presión, sino un instrumento de mejora, arbitrando mecanismos de regulación e intervención sobre los problemas de aprendizaje que pudieran generarse. Es conveniente usar los resultados de la evaluación inicial a lo largo del proceso y en los momentos que se consideren oportunos. Esto servirá al profesor para comprobar los resultados del aprendizaje, y también al alumno para tomar consciencia de sus progresos, hecho muy motivador. También es importante, durante la evaluación formativa, recurrir a la autoevaluación del alumno, además de otras herramientas que veremos a continuación.

III. Una evaluación final o sumativa, en la que se comprueba la adquisición de conocimientos y el desarrollo de capacidades y conlleva a una calificación que aparecerá en el expediente académico, en las actas de evaluación y demás documentos oficiales. Aunque la realización de exámenes es importante, éstos no deben ser el único instrumento que influya en la evaluación final del alumno.

Cualquiera de estos tipos de evaluación antes citados ha de servir no solo como forma de evaluación de los logros del alumno, sino también del profesor y del propio diseño didáctico planeado. A la vez, ha de servir para poder incluir modificaciones en el plan preconcebido, en línea con lo que apuntábamos al comienzo de este apartado al reflexionar sobre el papel y la naturaleza del proceso de planificación didáctica.

Aunque resulta muy arriesgado establecer procedimientos e instrumentos de evaluación propios de uno y otro tipo, puede decirse que aquellos que evalúan el proceso situándose en fases intermedias del aprendizaje, como el porfolio del alumno, la observación sistemática en el aula, las pruebas intermedias a modo de control, etc, irían más orientados a una evaluación formativa; aquellos otros que se plantean de forma terminal, como suelen ser las pruebas de examen, se dirigen más a calificar el desempeño alcanzado finalmente por el alumnado, y en el caso de las pruebas

externas también a valorar indirectamente la "eficacia" de los centros y de sus profesores.

Como han señalado numerosos autores, el tipo de compromiso que un docente mantiene con la evaluación, desde el punto de vista de sus finalidades, procedimientos y momentos en los que se realiza, está íntimamente ligado a su modelo de docente (Sanmartí y Alimenti, 2004; Martínez, 2012). En este sentido, asumir los presupuestos socio-constructivistas del proceso de enseñanza-aprendizaje, los cuales están en la base del cambio en la evaluación de que venimos hablando hacia una visión integral, comporta un cambio drástico también en el rol del profesor -y sus competencias profesionales-respecto a lo que ha venido siendo la enseñanza tradicional. No obstante, tal cambio no constituye una cuestión de todo o nada, sino que existen distintos grados y modos de acercamiento a un modelo que podríamos llamar ideal.

Finalmente, cabe hacer algunos comentarios en relación a quién o quienes han de intervenir en el proceso de evaluación. La situación habitual es que la evaluación recae únicamente en manos del profesor, que es quien reconoce las dificultades y errores del alumnado y decide cuáles son las estrategias más adecuadas para superarla. Sin embargo, en aras del cambio en la evaluación del que venimos hablando, es preciso también enseñar al alumnado a autoevaluarse y autorregularse, proporcionándoles herramientas para detectar sus dificultades o incoherencias, comprender por qué las tiene, y tomar decisiones para superarlas (Gairin y Sanmartí, 1998). Por tanto, junto a la evaluación del profesor, también el alumno ha de jugar un papel relevante, a través de oportunidades en las que éstos se autoevalúen y coevalúen su trabajo y rendimiento.

No obstante, no será éste el centro de atención de la investigación que aquí se describe, como tampoco de la tarea de evaluación que realiza el profesorado dentro de su aula, ya que las PAU, como pruebas externas que son, tienen otros propósitos diferentes al situarse más dentro de la evaluación de tipo sumativo que de naturaleza formativa. Aun así, como veremos, las pruebas externas, y entre ellas las PAU, también pueden servir para la autoevaluación del profesorado y de las actuaciones en los centros.

Además, la evaluación como tal, influye y condiciona qué y cómo se aprende, dado que la idea que los alumnos tienen de lo que han de aprender depende más de lo que el

profesor tiene en cuenta a la hora de evaluar, que de lo que el profesor les transmite de palabra a la hora de fijar los objetivos de aprendizaje (Sanmartí, 2007). Así, por ejemplo:

> "…se les puede decir a los estudiantes que establezcan relaciones, deduzcan, jerarquicen, sean creativos..., pero si las preguntas de los exámenes son memorísticas y reproductivas de lo dicho en clase o del libro de texto, los alumnos perciben que eso es lo que realmente se les pide, y se limitan a memorizar, el día anterior al examen, los conocimientos que se les va a preguntar" (Sanmartí, 2007, p. 19).

Este argumento podría hacer extensivo al profesorado cuando nos referimos a las pruebas PAU, de modo que, al sentirse indirectamente evaluados a través de ellas, y por la responsabilidad y compromiso contraído con el alumnado, es muy fácil que se vea contagiado por los criterios y formatos de evaluación usados en las mismas, creándole estereotipos en torno a qué y cómo han de evaluar, y por consiguiente, en torno a qué y cómo ha de enseñar.

2.4.- Análisis de pruebas escritas de evaluación en la enseñanza de las ciencias, en general, y de la química, en particular

Analizar la naturaleza de una prueba de evaluación implica caracterizar el tipo de preguntas que la componen, aportar una imagen de la estructura global de la misma y describir los procedimientos utilizados tanto para calificar cada una de las preguntas como el resultado del conjunto. Refiriéndonos particularmente al primero de esos frentes, y ciñéndonos al formato de prueba escrita, el análisis podría hacerse, a su vez, desde diversas perspectivas diferentes y a la vez complementarias. De un lado, estableciendo el formato de las preguntas planteadas, recurriendo a la clásica clasificación por todos conocida de preguntas cerradas (verdadero/falso, opción múltiple, emparejamientos, etc.), abiertas o semiabiertas (respuesta cerrada con explicación de la opción elegida). De otro lado, caracterizando la estructura interna de las tareas demandadas en las preguntas, lo que nos lleva a un análisis sobre qué dimensión o dimensiones del conocimiento se evalúan en las preguntas, y qué demandas cognitivas se plantea en la resolución de las mismas. Dentro de esta segunda

perspectiva, podríamos plantear un tipo de análisis particular de las demandas cognitivas que plantean las preguntas desde la óptica especial que proporciona el marco de las competencias en la enseñanza de las ciencias, un enfoque que está acaparando en la actualidad tanto los planteamientos de enseñanza como de evaluación en la educación científica.

A continuación nos centraremos únicamente en aquellos fundamentos que pueden orientar una taxonomía de preguntas en pruebas escritas basada en el análisis de la estructura interna de la tarea, que son aquellos precisamente que más información pueden proporcionar en torno a la naturaleza de las preguntas desde el punto de vista de su contenido y no tanto de su formato.

2.4.1.- Caracterización de preguntas de evaluación desde la perspectiva del tipo y alcance de la respuesta exigida

Podemos analizar tanto el tipo de aprendizaje que se intenta evaluar, como el nivel de las destrezas cognitivas exigidas en las preguntas formuladas para evaluar al alumnado o los propósitos de aprendizaje que se persiguen.

Desde el punto de vista del tipo de aprendizaje, debemos retomar la clásica diferenciación que hacía Ausubel entre “aprendizaje memorístico” y “aprendizaje significativo” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1989; Novak and Gowin, 1988). El aprendizaje memorístico consiste en el simple almacenamiento de información, que puede consistir tanto en datos, como hechos o enunciados y definiciones que se retienen y luego se recuerdan de un modo literal. En oposición a este tipo de aprendizaje, Ausubel definía el aprendizaje significativo, como aquel en el que el alumno asimila y hace suyo ese conocimiento, relacionándolo con el que ya posee. Si bien este otro aprendizaje es el más deseable, dado que es el que comporta verdaderamente que el alumnado comprenda y otorgue significado a los conocimientos que maneja, convirtiéndose en un conocimiento más estable y duradero, el aprendizaje memorístico también a veces es necesario, como bien apuntaba el propio Ausubel. De hecho, en muchos temas de química suele darse importancia a que los alumnos retengan algún tipo de información, como los símbolos

de los elementos, el lugar que éstos ocupan en la tabla periódica, memoricen las ecuaciones básicas necesarias para resolver problemas y ejercicios, etc.

Este aprendizaje memorístico, relacionado con la retención y recuerdo de información, se relaciona con una de las categorías que Bloom *et al*. (1956) establecía para las habilidades y destrezas relacionadas con la dimensión cognitiva del aprendizaje. Concretamente, a la categoría de "conocimiento", frente a otras como la comprensión, la aplicación, el análisis, la síntesis y la evaluación, que en este orden vendrían a componer destrezas cada vez de un orden superior, y cuya resolución exigiría un aprendizaje más profundo y significativo para poder llevarse a efecto.

En cierta forma, la taxonomía de Bloom puede considerarse un precedente de taxonomías que se emplean actualmente para clasificar preguntas de evaluación en química, por lo que tal vez convenga recordarla al objeto de encontrar sentido a los enfoques posteriores surgidos en este terreno. En este sentido, la tabla 2.2 presenta una síntesis de las características de cada uno de los niveles cognitivos propuestos por Bloom, particularizados para el caso del aprendizaje de contenidos de química.

Algunos estudios han evaluado la presencia de cada uno de estos niveles en las pruebas de evaluación en química. Por ejemplo, Sanabria-Ríos y Bretz (2010) evaluaron las características de las pruebas de química general de una facultad de Puerto Rico al objeto de sopesar el grado de coherencia de las mismas con los criterios con los que pretendieron elaborarse. Para ello, se realizó, entre otras cosas, una estimación ponderal de la presencia de cada uno de esos niveles de la taxonomía de Bloom en las preguntas planteadas, globalmente y para cada uno de los temas del currículum. Como resultado del estudio se constató que el nivel más frecuente con diferencia, fue el de aplicación, seguido a gran distancia del de análisis, comprensión y posteriormente de conocimiento. Sin embargo, los niveles de síntesis y evaluación resultaron minoritarios. Esta tendencia se mantenía bastante estable a lo largo de los diferentes temas del currículum, con algunas excepciones. Por ejemplo, en temas como el de cinética química, fuerzas intermoleculares y, muy especialmente, el de electroquímica, se potenciaba significativamente el nivel de "evaluación", que puede entenderse como el más complejo de la jerarquía de Bloom.

Tabla 2.2.- Taxonomía de Bloom con ejemplificaciones de química.

Niveles	Características	Ejemplos
Conocimiento	Se refiere al recuerdo de información previamente aprendida en forma de datos, términos, afirmaciones, ecuaciones o definiciones, y que representan hechos, conceptos, leyes, teorías, convenios, sistemas de clasificación, etc.	Retener el valor del Número de Avogadro. Recordar la ecuación de los gases perfectos. Definición de isómero. Recordar el convenio de signo para la espontaneidad de una reacción química. Memorizar la Tabla Periódica.
Comprensión	Implica poder dar un sentido al conocimiento adquirido, lo que implica la posibilidad de establecer relaciones a partir del mismo y poder transferirlo y generalizarlo.	Relacionar los coeficientes estequiométricos con número de moles y de moléculas. Interpretar las leyes de los gases en términos del modelo cinético-molecular. Establecer una conexión razonada entre configuración electrónica y propiedades periódicas.
Aplicación	Implica la posibilidad de usar, de manera deductiva, el conocimiento adquirido en nuevas situaciones a través de procesos que van más allá de la mera proyección directa del mismo.	Ejercicios de cálculo y de cambios de unidades mediante factores de conversión. Resolución de problemas numéricos. Desarrollo de una práctica de laboratorio a partir de una receta. Usar la teoría de Lewis para explicar el enlace en un compuesto covalente.
Análisis	Supone descomponer un problema dado en sus partes, delimitando las relaciones latentes que existen.	Explicar variaciones en propiedades periódicas en función de la configuración electrónica. Dadas una serie de sustancias, ordenarlas por orden de mayor acidez a mayor basicidad. Dada una sustancia, señalar de forma razonada el carácter o no polar de la misma.
Síntesis	Se trata de componer o recomponer un conjunto a partir de las partes que lo integran. Para ello se ha de conectarlos, ordenarlos y organizarlos para formar un todo.	Dada una representación gráfica, sobre la variación de concentración de sustancias con el tiempo, determinar la velocidad de reacción. Resolución de problemas abiertos, más allá de la aplicación de algoritmos aprendidos. Diseñar experimentos que permitan recopilar datos sobre un tema dado. Por ejemplo, justificar qué se puede hacer para averiguar de forma experimental si una sustancia X es un ácido o una base.
Evaluación	Se refiere a la capacidad para evaluar mediante procesos de análisis y síntesis. Requiere formular juicios de valor de acuerdo a criterios propios o sugeridos.	Dado una serie de datos experimentales, contrastar a partir de ellos el cumplimiento o no de una determinada hipótesis. Analizar virtudes y limitaciones de la Tabla Periódica. Seleccionar el mejor antiácido entre varios propuestos, a partir de una pequeña investigación.

Este modelo de niveles de exigencia cognitiva ha sido revisado y reformulado por diversos autores, e incluso combinado con otros criterios para establecer otras formas de categorización. Por ejemplo Anderson y Krathwohl (Anderson y Krathwohl, 2001; Krathwohl, 2002) elaboraron una variante de dicha taxonomía en la que figuraban los

siguientes niveles: recuerdo, entendimiento, aplicación, análisis, evaluación y creación. Como diferencias más notorias hay que citar el cambio de denominación sufrido por el nivel de "comprensión", que pasa a denominarse de "entendimiento", la reformulación del nivel de "síntesis", que pasa a llamarse de "creación", y el reajuste en el orden de la serie, cuyo nivel más complejo pasa a ser ese último aunque dentro de una secuencia que se entiende de un modo menos rígido y más flexible. Además, cruzaron la nueva jerarquía con otra dedicada a caracterizar los procesos cognitivos subyacentes (conocimiento factual, conocimiento conceptual, conocimiento procedimental y conocimiento metacognitivo) en una tabla de doble entrada, mostrando la interacción que puede existir entre las categorías de unas y otras.

Esta taxonomía modificada ha servido, precisamente, para el diseño de variantes destinadas a analizar las preguntas de las pruebas PISA[1] liberadas (Gallardo et al., 2010) y las que se plantean en las pruebas de diagnóstico[1] en Andalucía (Gallardo et al., 2014), aunque no planteadas para el tránsito a los estudios universitarios y ni siquiera específicamente orientadas a pruebas de química. La taxonomía desarrollada se basaba en la distinción de capacidades de primer y segundo orden, figurando entre las primeras las capacidades de reproducción, aplicación y comprensión-reflexión, y entre las segundas la de transferencia, la heurística y la de comunicación-argumentación. A raíz de los resultados obtenidos en el proceso de categorización de preguntas, los autores se cuestionan si las pruebas de diagnóstico evalúan verdaderamente competencias, o solo los conocimientos adquiridos en el aprendizaje, ya que las pruebas se alejan de las capacidades de orden superior como son la transferencia, la heurística y la argumentación; haciendo, en definitiva, que la competencia pierda su sentido. El análisis de las capacidades indica que tanto en PISA como en las pruebas de diagnóstico de Andalucía, la mayor parte se corresponden con las de orden más bajo (reproducción sobre todo en secundaria, aplicación), estando poco presente la comprensión profunda, casi totalmente ausente la capacidad de heurística y de transferencia, y también en muy bajo porcentaje la de argumentación (Gallardo et al, 2010, 2014).

[1] Más adelante hablaremos específicamente de las pruebas PISA y otras pruebas externas como TIMSS o las pruebas de diagnóstico.

Por otro lado, en el caso específico del aprendizaje de la química, se han propuesto distintos esquemas de clasificación de respuestas en íntima conexión con estas taxonomías. El trabajo de Zoller et al. (1995) es uno de los principales referentes de este tipo de estudios. Dichos autores, identificaron cuatro tipos de preguntas en función de las demandas cognitivas exigidas:

LOCS (Lower-Order Cognitive Skills), que podría traducirse como "destrezas cognitivas de bajo nivel"- Se refiere a preguntas cuya resolución requiere solo el recuerdo de información o la mera aplicación directa de conocimiento teórico aprendido a contextos y situaciones familiares. Pueden incluso constituir problemas que se pueden resolver mediante procesos algorítmicos que ya se conocen de antemano.

HOCS (Higher-Order Cognitive Skills), cuya traducción sería: "destrezas cognitivas de alto nivel"- Implica problemas desconocidos para el estudiante cuya resolución requiere la aplicación de conocimientos pero a situaciones desconocidas, o procesos de análisis, síntesis y evaluación.

Algorítmicas- aquellas que requieren el uso de una serie de procedimientos memorizados para su resolución.

Conceptual- aquellas que formulándose de manera textual o a través de esquemas, requieren que los estudiantes utilicen conceptos subyacentes a las teorías básicas de la ciencia.

En relación a esta taxonomía, el propio Zoller en un estudio posterior, criticaba el alto peso que tiene aún en la enseñanza de las ciencias, en general, y de la química, en particular, las destrezas algorítmicas de bajo nivel, y apuntaba la necesidad de un salto hacia una mayor consideración de destrezas de alto nivel. Dicho salto es considerado esencial para promover un tipo de pensamiento lógico, racional y reflexivo focalizado hacia la toma de decisiones en la resolución de problemas complejos propios del mundo actual (Zoller, 2001).

A partir de este trabajo pionero de Zoller, se han desarrollado otras taxonomías, entre las que podemos destacar la de Stamovlasis et al. (2005) o la de Smith et al. (2010).

En la primera de ellas se prefiere hablar de preguntas de recuerdo, algorítmicas y conceptuales, distinguiendo en el caso de las segundas dos tipos, uno de mayor exigencia y otra más simple.

Por su parte, Smith et al. (2010) propusieron otro esquema de clasificación de preguntas de exámenes al objeto de ayudar a los profesores a encontrar un equilibrio entre distintas facetas que se evalúan, que ellos clasificaron en preguntas de Definición, Algorítmicas y Conceptuales. Según los autores citados, dicho esquema permite caracterizar cualquier cuestión de química general en un nivel razonablemente detallado, dado que contempla tanto el tipo de datos presentados al estudiante en la pregunta (texto, números, figuras), como el tipo de pensamiento que ha de emplear el estudiante para responder la pregunta. Su esquema ha sido aplicado en estudios de investigación recientes, mostrando niveles de validez adecuados (ver tabla 2.3).

Entrando a comentar los resultados obtenidos por dichos autores en su trabajo, hemos de indicar su interés por caracterizar mediante dicho esquema pruebas de química general de la American Chemical Society. Como resultado del estudio constataron una mayoría de preguntas Conceptuales (alrededor del 50%), frente a una proporción menor de preguntas de Definición (sobre el 30%) y otra todavía más baja de preguntas Algorítmicas (en torno al 20%).

Tales resultados fueron algo diferentes a los obtenidos por Sanabria-Ríos y Bretz en el estudio ya citado (Sanabria-Ríos y Bretz, 2010), en el que la proporción pasó a ser de, alrededor del 40% tanto en las preguntas Algorítmicas como Conceptuales, y de aproximadamente del 20% en las de Definición. Dicho estudio, además, sirvió para analizar la coherencia entre las expectativas de aprendizaje de los profesores y la institución académica, y la estructura de las pruebas de evaluación propuesta en una universidad en la enseñanza de la química.

Puede verse que existe un consenso amplio a la hora de considerar que tanto el aprendizaje como la evaluación involucran componentes tanto de naturaleza conceptual como algorítmica, además de recuerdo y destrezas de razonamiento de distinto orden, aunque en cada caso los autores hacen su propia interpretación de lo que suponen es el esquema más idóneo.

Tabla 2.3.- Criterios de clasificación de preguntas de exámenes (Smith et al., 2010).

Categorías	Subcategorías
DEFINICIÓN **(D)**	*Recordar, comprender o aplicar una definición* A través de preguntas de respuesta abierta el alumnado ha de recordar, comprender o aplicar directamente una definición. Por ejemplo se solicita al alumnado que defina qué entienden por reacción exotérmica.
	Reconocer una definición En este caso la pregunta se formula en un formato de opción múltiple, de modo que el alumno ha de reconocer cuál es la respuesta correcta entre varias que se proponen como alternativas.
ALGORÍTMICA **(A)**	*Conversiones Macroscópicas-Microscópicas* Se tratan de ejercicios que implican pasar cantidades del campo macroscópico (gramos, volumen, presión…) al microscópico (moles, átomos, moléculas…) o viceversa.
	Análisis Dimensional-Macroscópico Se tratan de cálculos de medidas y unidades con magnitudes macroscópicas como por ejemplo emplear la ecuación de gases ideales PV = nRT o la fórmula del cálculo de la densidad.
	Conversiones Microscópico-Simbólicas Se tratan de conversiones estequiométricas a partir de fórmulas y/o ecuaciones químicas como por ejemplo en el cálculo del peso molecular.
	Multietapa Ejercicios y problemas que se han de resolver a través de varias etapas.
CONCEPTUAL **(C)**	*Explicación de ideas subyacentes* Preguntas sobre datos y fenómenos químicos que han de ser explicados.
	Análisis de representaciones pictóricas de símbolos y ecuaciones Se trata de traducir el lenguaje simbólico a diagramas de puntos o círculos para representar átomos y moléculas, o viceversa.
	Análisis/ Interpretación de datos Se aporta información en forma de tablas, gráficos o datos cualitativos que han de ser interpretados.
	Predicción de resultados Se presenta una situación sobre la que se demanda hacer una predicción o previsión de resultados.

Así, las diferentes formas al uso de clasificar preguntas emplean términos que no siempre significan lo mismo, e incluyen un número de categorías no siempre coincidente (Tabla 2.4). De ahí que en muchos casos se planteen categorías que se superponen y solapan entre sí, lo que hace muy complicado la tarea de comparar unas clasificaciones con otras. En este sentido, la taxonomía planteada por Smith et al.

(2010) mantiene, como valor añadido, el intento de integrar distintas perspectivas. Así, serían las preguntas de Definición las que implicarían un mayor grado de recuerdo o retención de información, mientras que las Conceptuales serían las que incorporarían un mayor grado de demanda tipo *HOCS*, en términos de Zoller (Zoller et al., 1995), y de destrezas de análisis, evaluación y creación, en términos de Anderson y Krathwohl (2001). Es precisamente este intento integrador el que, como veremos, nos ha llevado a utilizar dicho esquema como uno de los criterios de clasificación empleados en el estudio.

A ello hemos de añadir el alto éxito alcanzado por el mismo en distintos estudios al evaluar preguntas de exámenes de Química general.

Tabla 2.4.- Taxonomías empleadas por varios autores para categorizar distintas clases de preguntas.

Zoller *et al.* (1995)	**Stamovlasis *et al*. (2005)**	**Smith *et al.* (2010)**
Algorítmica Conceptual Destrezas cognitivas de bajo nivel (LOCS) Destrezas cognitivas de alto nivel (HOCS)	Recuerdo de conocimiento Algorítmica simple Algorítmica exigente Conceptual	Definición Algorítmica Conceptual

A pesar del interés de este tipo de criterios para clasificar preguntas de examen, la profundidad de análisis hasta las que nos permite acceder es solo limitada. Dice poco, por ejemplo, en relación a la naturaleza de los contenidos sobre los que se evalúa, sencillamente porque está más pensada para caracterizar preguntas en función de la estructura y nivel de elaboración de la respuesta que se demanda que en la propia naturaleza del contenido implicado. De ahí que en un intento de buscar criterios de caracterización que entren más de lleno en la naturaleza del contenido involucrado y no tanto en la naturaleza de la respuesta demandada, dirigiésemos la mirada de manera complementaria al enfoque de enseñanza por competencias, por si desde ahí se pudiera arrojar más luz al respecto.

2.4.2.- Caracterización de preguntas de evaluación en función de las competencias demandadas

El movimiento de las competencias, como foco actual de la educación, tiene su origen en el informe Delors (1996). Dicho informe establecía, entre otras cosas, distintos ámbitos en torno a los que articular el aprendizaje del alumnado, distinguiendo entre el "saber", el "saber hacer", el "ser" y el "estar". Esta taxonomía, además de dirigir la atención de los docentes y de las instituciones educativas hacia diversidad de fines educativos, ha servido para formular dimensiones de aprendizaje en contextos y contenidos específicos, en términos de competencias a alcanzar. Así, se considera que, además de un conocimiento del contenido, el desarrollo integral exige "…las habilidades y destrezas necesarias para aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos en cualquier contexto o situación, todo ello, sustentado en valores éticos, morales y culturales, comúnmente aceptados en el contexto social en el que nos desenvolvemos" (Benítez, 2006).

A lo largo de los años distintos autores han ido aportando diferentes definiciones al término de competencia, por ejemplo, según Laisner (2000), se entiende por competencia "un saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades, conocimientos, actitudes y habilidades utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común".

Rychen y Tiana (2004) incluyen en su definición otros aspectos sociales y emocionales, definiendo competencia como: "Una combinación de habilidades prácticas y cognoscitivas interrelacionadas, conocimientos, motivaciones, valores y ética, actitudes, emociones y otros componentes sociales y comportamentales que pueden movilizarse conjuntamente para una acción eficaz en un contexto particular".

A la vista de lo expuesto, podemos decir que las competencias hacen referencia a la capacidad de poner en funcionamiento los conocimientos, las destrezas y las actitudes adquiridas en los distintos contextos.

En relación a todo ello, hay que decir que hoy el sistema educativo está fuertemente influido por el movimiento de las competencias, constituyendo éstas ejes vertebradores del currículum en distintos niveles educativos. Además, multitud de

proyectos institucionales dirigidos a evaluar el rendimiento del alumnado, van dirigidos a evaluar competencias, como ocurre por ejemplo con las pruebas PISA.

Las competencias que evalúa PISA son las más amplias posible e incluyen aspectos que se relacionan con la utilidad personal, la responsabilidad social y el valor intrínseco y extrínseco del conocimiento científico. De hecho, según Millar y Osborne (1998), los dos objetivos principales que persigue la educación en ciencias es la asimilación del conocimiento científico y desarrollar una actitud crítica y un enfoque reflexivo hacia la ciencia, considerando estos aspectos importantes para saber dónde se ha de poner énfasis y cómo debe orientarse la formación en ciencias a todas las personas (Fensham, 1985).

El marco de las competencias resulta, pues, un escenario de especial interés a la hora de calibrar cambios en la enseñanza de las ciencias en general, y de la química en particular; y ello por tres motivos.

En primer lugar, por cuanto dicho ámbito constituye un paradigma emergente prometedor que está sirviendo para alumbrar cambios en la actualidad en los distintos niveles educativos.

En segundo lugar, porque la noción de competencia centra la atención en el alumno y aglutina distintos tipos de saberes, estrategias, habilidades, destrezas, actitudes y valores, lo que permite aportar una visión integral de la educación en línea con las que se han propuesto para la educación científica (Harlen, 1989; Millar, 1996; Nieda, Cañas y Martín-Díaz, 2004; Vázquez-Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero, 2005).

En tercer lugar, el dominio de las competencias viene acaparando un creciente interés en la propia didáctica de las ciencias (Blanco, España y Rodríguez-Mora, 2012), constituyendo un marco susceptible además para canalizar gran parte de la producción que se ha generado en torno a ella en los últimos años (Pro, 2012). De hecho en la actualidad buena parte de la discusión en torno al estatus epistemológico de la química como disciplina a enseñar y aprender, así como de las necesidades de formación de los estudiantes que se inician en ella, viene de la mano del marco de las competencias, especialmente de la que se ha venido a llamar la competencia científica (Pedrinaci et al., 2012) que está en íntima relación con la actividad de modelización (Justi y Gilbert,

2002; Izquierdo, 2004; Chamizo e Izquierdo, 2007). Baste ver por ejemplo, el gran número de trabajos que se publican actualmente en revistas especializadas sobre enseñanza de las ciencias, en general, y de la química, en particular, sobre el tema de los modelos y la modelización en química, o la tendencia creciente de apuntar a la modelización en química como competencia emergente (Keig y Rubba, 1993; Kozma y Russell, 1997; Oliva y Aragón, 2009 a,b).

Particularmente, la competencia científica ha sido analizada profusamente en la bibliografía sobre enseñanza de las ciencias. Como señala Blanco et al. (2015), la expresión "competencia científica" surge por primera vez en el contexto de la discusión suscitada sobre alfabetización científica a raíz de la edición 2006 del Programa PISA (Program for International Student Assessment), en la que las ciencias ocuparon un protagonismo clave. No obstante, no se debe confundir competencia científica con alfabetización científica. De un lado, porque hablar de competencia científica significa no solo pensar en una formación para la ciudadanía, sino también en el desarrollo de conocimientos científicos claves para seguir avanzando en cursos posteriores de ciencias, el fomento de vocaciones científicas y la preparación del alumnado en perfiles específicos orientados al mundo laboral. De otro, porque como bien apuntan Blanco et al. (2015), ni siquiera deberíamos asociar competencia científica ciudadana con alfabetización científica que tendría otras connotaciones distintas en algunos aspectos.

En castellano se cuenta con el referente del libro de Pedrinaci et al. (2012), en el que se discute sobre la utilidad, el alcance y las implicaciones que tiene dicha noción a la hora de decidir qué ha de enseñarse, con qué propósito y de qué manera en el ámbito de la educación científica, así como de qué forma puede evaluarse. Dicha competencia se vincula, de un lado, con los procesos de búsqueda e indagación que caracterizan la actividad científica, en la que se plantean problemas, se formulan hipótesis, se recoge información, se analizan resultados y se formulan conclusiones. De otro se relaciona la actividad de elaborar modelos y teorías, solo desde los cuales se puede entender la labor de búsqueda e indagación de la que hablamos. Además, se ha de destacar el desarrollo de distintos sistemas de códigos de representación, que vienen a constituir los canales a través de los que se representan las teorías, lo que da lugar a modelos de distinto tipo mediante los que se conectan el lenguaje con el experimento, el

experimento con la representación, o la representación con el lenguaje (Merino e Izquierdo, 2011).

Hemos de destacar a todo este respecto la importancia que cobra la evaluación de competencias, espacio al que también se he ha dedicado atención a lo largo de la bibliografía. Como se ha podido ver, evaluar la competencia científica es una actividad compleja que requiere el uso de procedimientos que van más allá de los exámenes tradicionales. Así, según Cañal (2012), la evaluación en la enseñanza habitual de las ciencias suele venir caracterizada por preguntas que:

- Se refieren directamente a los contenidos teóricos o algoritmos de resolución de problemas que se suelen trabajar en las clases de ciencias.
- Pueden responderse en muchos casos sin un aprendizaje verdaderamente significativo.
- Se plantean en contextos que no guardan relación con la vida cotidiana.

En definitiva, se tratan de preguntas con una concepción de la enseñanza de las ciencias y unos objetivos muy distantes de la finalidad de una enseñanza por competencias. En este sentido, el mencionado autor propone para la competencia científica una concepción en la que están presentes de forma integrada las capacidades del estudiante para utilizar el conocimiento científico con los siguientes fines:

- Describir, explicar y predecir fenómenos naturales.
- Comprender los rasgos característicos de la ciencia.
- Formular e investigar problemas e hipótesis.
- Documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él.

Llegados a este punto podemos preguntarnos sobre cuáles son las competencias en el ámbito de las ciencias que ha de desarrollar el alumnado a lo largo de la educación secundaria. En este sentido, el Proyecto Definición y Selección de Competencias DeSeCo (OCDE, 2002) cuenta con un grupo de expertos encargado de definir y seleccionar las competencias consideradas esenciales para la vida de las personas y el buen funcionamiento de la sociedad. Define competencia como “la capacidad de

responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada". Supone "una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz".

Por su parte, Blanco et al. (2010, 2015), dentro de un proyecto de investigación más amplio sobre el fomento de la competencia científica para la ciudadanía, han realizado una taxonomía de dimensiones siguiendo el método Delphi, detectando conocimientos, destrezas, y actitudes y valores sobre los que se aprecia un cierto consenso en expertos españoles a la hora de valorar su importancia. El análisis realizado por dichos autores resulta de sumo interés por cuanto en él se demarcan distintas componentes de la competencia científica sobre las que debería ponerse el acento en una formación científica enfocada desde aquellas competencias orientadas a la ciudadanía, pero también como focos de atención sobre los que dirigir la mirada en los procesos de evaluación. La tabla 2.5 presenta el conjunto de aspectos evaluados en la fase final del Delphi efectuado, que nosotros hemos ordenado de mayor a menor importancia concedida por los expertos consultados en el mencionado estudio.

Como puede apreciarse, algunos de los aspectos aludidos son de carácter genérico, como ocurre con la capacidad de "pensamiento crítico" o la habilidad de aprendizaje autónomo". Otros, se refieren a otras disciplinas, como "conocimientos básicos matemáticos" o "conocimientos sobre la historia del mundo". Además, algunos aluden a contenidos de ciencias muy específicos, como las de conocimientos "sobre el origen de la vida y la evolución" o sobre "cosmología". Finalmente, se incluyen otros aspectos que, siendo más específicos del aprendizaje de las ciencias, se formulan de una manera transversal, de modo que pueden aplicarse a distintos temas del currículo. Es el caso de la "habilidad para observar", el "conocimiento acerca de las principales leyes y teorías científicas" o la "comprensión y habilidad de uso del lenguaje científico". Son precisamente estos últimos aspectos los que más nos interesan a la hora de dimensionar el sentido de la competencia científica, aunque sin olvidar las intersecciones que podamos encontrar entre las tres primeras.

Tabla 2.5.- Aspectos de la competencia científica más valorados por expertos en el estudio Delphi de Blanco et al. (2015).

• Actitud y pensamiento crítico. • Responsabilidad individual. • Habilidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar información. • Habilidad para analizar. • Habilidad para aprender autónomamente. • Conocimientos básicos matemáticos. • Curiosidad e interés. • Habilidad de razonamiento, análisis, interpretación y construcción de argumentos en relación a fenómenos y contenidos científicos. • Habilidad para resolver problemas. • Habilidad para observar. • Habilidad de trabajo en equipo. • Rigor y precisión. • Habilidad para usar un ordenador y acceder a Internet. • Actitudes y hábitos saludables y respetuosos con el medio ambiente. • Conocimiento básico de las principales reglas aritméticas. • Conocimiento y dominio del inglés. • Habilidad para realizar una operación mental aritmética simple. • Conocimientos básicos de disciplinas científicas. • Comprensión de lo que es la ciencia de sus diferencias respecto a otras actividades humanas. • Conocimiento sobre las relaciones ciencias-tecnología-sociedad y medioambiente. • Valorar los logros de la ciencia y las ventajas de los enfoques basados en el razonamiento científico. • Conocimiento básico acerca del cuerpo humano, la salud y la nutrición.	• Conocimiento acerca del origen de la vida y de la evolución. • Conocimiento y comprensión del método científico. • Conocimiento básico acerca de la naturaleza del conocimiento científico. • Conocimiento acerca del medio ambiente. • Conocimiento del rol y la función de la tecnología y de la relación de la gente con ella. • Conocimiento acerca de las principales leyes y teorías científicas. • Conocimiento sobre el uso de redes de comunicación. • Conocimiento acerca de los principios fundamentales de la física. • Comprensión del trabajo científico. • Conocimiento acerca de cómo se han desarrollado las ideas sobre las que se basa la ciencia y la tecnología. • Conocimientos elementales de estadística. • Conocimiento acerca de la historia del mundo. • Comprensión y habilidad de uso del lenguaje científico. • Habilidad para aplicar procedimientos científicos. • Conocimientos elementales sobre escalas de tamaño y tiempo en el Universo. • Conocimiento acerca de energía y ondas. • Conocimientos sobre cosmología.

Al objeto de sistematizar todos estos aspectos, puede resultar útil recordar la clasificación de las finalidades previstas por Hodson para el aprendizaje de las ciencias (Hodson, 1996). Este autor señalaba tres dimensiones básicas para el aprendizaje de las ciencias, que se corresponderían, respectivamente, con la tarea de "aprender ciencias", "aprender a hacer ciencias" y "aprender acerca de las ciencias".

Vistos de esta manera, algunos autores (Gil-Montero et al., 2012) han cruzado los aspectos de la competencia científica previstos por Blanco et al. (2015), con las tres dimensiones del aprendizaje de las ciencias previstas por Hodson, adaptando el resultado al caso del estudio de la química, y más concretamente al nivel de entrada en la universidad. Como resultado de ello, fue el desarrollo de una taxonomía que permitía clasificar las competencias demandadas en pruebas de nivel practicadas en facultades de ciencias. Esta taxonomía, como veremos, servirá aquí también en esta tesis, como punto de partida sobre la que construir un sistema de categorías para identificar las competencias evaluadas en las PAU de Química. En ella se clasifican las distintas competencias según tres grandes componentes: "Saber química" (componente esencialmente vinculada al conocimiento teórico), "Hacer/trabajar en química" (componente procedimental), y "Actitudes y valores en química" (en la que se integran conocimientos y valores sobre la naturaleza de la química con actitudes científicas). La tabla 2.6 ejemplifica algunas categorías resultantes de este cruce.

Tabla 2.6.- Ejemplos contextualizados dentro de la química, según diferentes dimensiones, de aspectos de la competencia científica definidos por Blanco et al. (2015).

Saber química	Hacer/trabajar en química	Actitudes y valores en química
• Conocimiento acerca de las principales leyes y teorías de la química. • Conocimientos básicos de química. • Comprensión del lenguaje de la química.	• Habilidad para aplicar procedimientos en química. • Rigor y precisión. • Habilidad de razonamiento, análisis, interpretación y construcción de argumentos en relación a fenómenos y contenidos científicos.	• Valorar los logros de la química y las ventajas de los enfoques basados en el razonamiento científico. • Conocimiento básico acerca de la naturaleza del conocimiento químico. • Conocimiento del rol y la función de la tecnología y de la relación de la gente con ella.

2.5.- La evaluación en ciencias a través de pruebas externas

Pérez Juste (2007), señala que la evaluación en contextos pedagógicos debe ser principalmente formativa y continua, y orientada a la mejora. Sin embargo, dicho autor sugiere que la evaluación debe servir, también, a "funciones de control, de rendición de cuentas y de servicio a los responsables de los sistemas educativos y de las organizaciones educativas", lugar en el que cobra protagonismo la evaluación externa. Por evaluaciones externas entendemos aquellas realizadas por profesionales expertos, cuyo hacer debe estar presidido por el cumplimiento de determinadas exigencias técnicas y éticas, muchas de las cuales están contenidas en los estándares de calidad de las evaluaciones (Pérez Juste, 2007).

El concepto de "prueba externa", no obstante, es bastante amplio, de modo que bajo dicho paraguas a menudo se sitúan pruebas con fines muy diversos (ver por ejemplo el monográfico dedicado al respecto por la revista Alambique en su número 37). La tabla 2.7 presenta una clasificación de algunas de las pruebas externas más significativas.

Tabla 2.7.- Distintos tipos de pruebas externas.

Tipo de pruebas		Finalidad	Ejemplos
A) Pruebas externas de evaluación de competencias	Pruebas externas internacionales	Evaluación comparada de distintos países. Toma de decisiones a nivel institucional.	PISA, TIMSS, etc.
	Pruebas institucionales propias de nuestro Sistema Educativo	Evaluación comparada de centros, toma de decisiones de los equipos de profesores, propuestas de mejora en los centros.	Pruebas diagnósticas
B) Pruebas selectivas de regulación del sistema educativo		Evaluar el rendimiento de los estudiantes regulando el acceso de los mismos a cursos superiores.	Pruebas de acceso a la universidad (PAU) y reválidas
C) Pruebas competitivas		Premiar talentos en contextos de certamen o torneo. Fomentar vocaciones científicas.	Olimpiadas de Física, de Química, etc.

Podemos encontrar, como se ve, desde pruebas orientadas a la evaluación comparada y la toma de decisiones (PISA, TIMSS, pruebas de diagnóstico, etc.), hasta otras destinadas a la evaluación individualizada del alumnado para regular su acceso a cursos

superiores (PAU, reválidas) o aquellas de carácter cuasi lúdico, inspiradas en las competiciones deportivas (Olimpiadas científicas).

Gallardo, Mayorga y Sierra (2014) señalan que los argumentos sobre los que se sostiene las políticas de evaluación mediante pruebas externas son: (1) el control democrático sobre la calidad de la educación como servicio público; (2) el interés por optimizar la inversión en educación, y garantizar una alta cualificación para la ciudadanía. A estos argumentos, que podrían servir para las dos primeras orientaciones de las pruebas externas mencionados en el párrafo anterior, debemos añadir la de fomentar las vocaciones científicas que sería la verdadera esencia de la tercera.

La evaluación externa ha tenido hasta hace poco en nuestro país una escasa tradición, a pesar del éxito que sí han tenido en otros países de nuestro entorno, sobre todo en el ámbito anglosajón. Dicha importancia deriva de muchas razones, entre ellas el de marcar el compromiso de la política educativa de un país, y porque normalmente han estado preocupadas no solo por evaluar conceptos, sino también aspectos operacionales vinculados a habilidades y destrezas (Fortuny e Izquierdo, 1989).

Pedrinaci (2003) coincide en la importancia de las evaluaciones externas, aunque señala que no siempre han sido bien entendidas debido, quizás, a que ha predominado el enfoque institucional selectivo y de control frente a otras acepciones, como ocurre concretamente con la PAU. Como señala dicho autor, pocos procesos resultan tan necesarios como la evaluación externa para regular el sistema educativo, el cual demanda una labor permanente de diagnóstico sobre su estado y su funcionamiento.

Sin embargo, las nuevas tendencias en el ámbito educativo aportan otras razones más importantes para el desarrollo de pruebas externas. Por ejemplo, Sanmartí (2003) contempla a estas pruebas como ocasión para favorecer el diagnóstico de situaciones concretas en los centros escolares, aportar información que contribuya a la autoevaluación de los equipos de profesores, el desarrollo en los centros de propuestas de mejora a partir de las evaluaciones de las que son objeto u orientar cambios significativos en los currículos y en las metodologías de enseñanza.

En este sentido, si bien la PAU podría tener también esta orientación, en la práctica, su finalidad estriba fundamentalmente solo en evaluar el aprendizaje del alumnado, al

objeto de dictaminar quiénes superan un mínimo umbral, y seleccionar, de aquellos que lo superan, quiénes accederán o no a cada titulación y universidad en función de la calificación global obtenida. Si bien una parte importante de la nota de la Selectividad proviene de las calificaciones obtenidas por el alumnado a lo largo de esos cursos, tanto el uso que se hace de esas calificaciones como el propósito con el que se plantea la prueba de acceso en sí, tienen una clara orientación selectiva.

A pesar de todo ello, hay de reconocer, como señala Sanmartí (2003), la función selectiva se realiza realmente en los centros educativos, que son los que deciden qué alumnos y alumnas pueden o no presentarse a ellas, ya que actualmente este examen tan solo tiene la capacidad de limitar o no el acceso a determinadas carreras y no el de otorgar títulos. En estas condiciones, la función selectiva de la evaluación adquiere menor relevancia y a cambio la cobra su función reguladora (Sanmartí, 2003). Regulación que afecta no solo al alumnado en cuanto al poder de la PAU para incentivar su dedicación y esfuerzo al estudio, sino también, y sobre todo, a sus profesores, que posiblemente se vean condicionados por ella.

Por ejemplo, tanto el contenido como las demandas de las preguntas planteadas en la PAU, de tanta trascendencia social y académica, podrían ejercer una fuerte presión que condiciona a qué prestan mayor atención los profesores en sus clases, sobre qué aspectos se incide más, y qué tópicos, habilidades y valores se dejan en un segundo plano al priorizar el tiempo que dedica a cada faceta (Oliva y Acevedo, 2005). Existe en este sentido, el antecedente de otras pruebas externas como TIMSS, de mucha menos trascendencia en la vida académica del alumnado, que llegaron a reforzar en muchos países la creencia de que era necesario insistir más en los aprendizajes tradicionales, simplemente porque en las versiones utilizadas en determinadas ediciones contenían un sesgo importante en contenidos convencionales, con un elevado porcentaje de preguntas de recuerdo de información factual y conceptual (Fensham, 1999, 2004; Acevedo, 2005). También puede mencionarse el caso en Inglaterra del Programa de Evaluación APU (Assesment for Performance Unit) (APU, 1984, citado por Sanmartí, 2003), que promovió por el contrario que se diera mucha más importancia a la enseñanza de procedimientos propios de la ciencia.

Resulta esencial, por tanto, realizar una cuidadosa reconsideración de aquello que debe ser evaluado al objeto de evitar que la evaluación se limite a dimensiones parciales del aprendizaje o a los aspectos que son más fáciles de valorar (Gil y Vilches, 2006). Sobre todo teniendo en cuenta que, como señala Acevedo (2005), las evaluaciones externas, si están bien planteadas, pueden reorientar la enseñanza de las ciencias hacia propuestas innovadoras coherentes con las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias. En este sentido, Hernández (2006) encuentra que los informes de PISA suponen una oportunidad estimuladora para reorientar la enseñanza que se ofrece desde los centros escolares, por ejemplo, al poner de manifiesto el contraste existente entre lo que habitualmente se enseña en la escuela, muy dirigido a la reproducción de conocimientos, y lo que evalúan las pruebas PISA, principalmente dirigidas a valorar la competencia del alumno para aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones cotidianas.

De ahí que para nosotros sea más importante reorientar el carácter de estas pruebas, desde propósitos que van mucho más allá de mejorar su propia capacidad selectiva. Nos referimos a la oportunidad de contribuir con el cambio a la emergencia de nuevas prioridades de los profesores sobre "qué" han de enseñar, y "para qué" y "cómo" han de hacerlo, propiciando así, a la larga, cambios en el estilo de aprendizaje del alumnado hacia enfoques más orientados a un aprendizaje significativo.

Refiriéndose específicamente a las evaluaciones externas institucionales, dirigidas a estudios comparados del sistema educativo (PISA, por ejemplo), Sánchez Echave y García Crespo (2013), establecen las siguientes características para ellas:

- Son evaluaciones muestrales, cíclicas y a gran escala.
- Suelen constar de una prueba cognitiva y unos cuestionarios de contexto.
- En todas ellas hay un gran rigor metodológico:
    - ✓ Se desarrolla un marco teórico donde se explica qué evaluar, cómo se elaboran los ítems que se preguntan tanto en la prueba cognitiva como en los cuestionarios de contexto, cómo se distribuyen los ítems en la aplicación de la prueba, etc.
    - ✓ Instrucciones precisas para realizar la selección de la muestra.

- ✓ Traducción de materiales, aplicación, corrección, limpieza de datos, etc.
- ✓ Análisis TRI (Teoría de Respuesta al Ítem) de las respuestas: calibración de la dificultad de los ítems y puntuación lograda por los alumnos.

• Informes internacionales comparativos.

• Estas evaluaciones no miden al alumno, no miden al profesor, ni tampoco al centro educativo. Miden el sistema educativo.

A pesar de que puedan existir puntos comunes a las pruebas externas, la realidad es que éstas difieren sustancialmente de unos casos a otros, tanto por sus propósitos como por la estructura que mantienen. A continuación pasamos a analizar algunas de ellas.

2.6.- Algunos ejemplos de pruebas externas

Excluiremos el caso de las pruebas de acceso a la universidad, ya que nos detendremos particularmente en ellas en los últimos epígrafes de este capítulo.

2.6.1.- PISA (Programme for International Student Assessment): Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos

Tiene su origen en un proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), "una organización internacional intergubernamental de los países más industrializados de economía de mercado, ante la preocupación entre el abismo que existe entre la inversión económica en educación y los resultados". (Programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve).

PISA se creó para evaluar, cada tres años, el alcance en el que el alumnado ha desarrollado las habilidades y la comprensión necesarias para su participación ciudadana en la sociedad actual al final de la educación obligatoria. Para ello se realiza un examen en el que se evalúan los conocimientos y habilidades que poseen alumnos de 15 años, cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria. Un porcentaje está compuesto por ítems que evalúan la comprensión lectora, otro porcentaje Ciencias, y el restante Matemáticas, si bien cada año de su realización del proyecto se

concentra en alguna de las tres áreas evaluadas. Por tanto, la distribución de dichos porcentajes va cambiando en cada año de aplicación.

Cada ciclo estudia un área de contenido "principal" a la que se dedican dos tercios del tiempo de las pruebas, mientras que las otras dos áreas ofrecen un perfil resumido de capacidades: lectura en el año 2000, matemáticas en el 2003 y ciencias en 2006. Así que la competencia científica en la edición de 2015 cierra un ciclo de nueve años.

Aunque las ciencias y las matemáticas corresponden a asignaturas escolares que intervienen en las pruebas, PISA en sí no trata de evaluar el dominio de los alumnos en torno a los contenidos curriculares. Más bien, se dirige a evaluar habilidades generales de resolución de problemas y situaciones próximas a contextos reales para la cual han de usar contenido científico. Por tanto, se trata de una prueba para evaluar la alfabetización científica, o si se prefiere la competencia científica, y no tanto para evaluar recuerdos de contenidos teóricos (Harlen, 2002). Por tanto, presta especial atención a los conocimientos y destrezas que son necesarios para la vida adulta (Acevedo, 2004) y también tiene como objetivo evaluar la eficacia del sistema educativo para promover la alfabetización científica del alumnado. Pretende, por tanto, valorar otros aprendizajes que van más allá de los conceptuales o de los conocimientos factuales, por lo que el formato de la prueba es distinto al de otros exámenes que habitualmente se realizan en las aulas, con más preguntas abiertas que incluyen un texto en torno a una situación problema real (Acevedo, 2005). De hecho, como algunos autores han señalado (Anagnostopoulou et al., 2013), los bajos resultados de algunos países en las pruebas PISA podría explicarse por formas muy distintas de plantear en su sistema educativo las preguntas de los exámenes. Si esto fuera así, PISA podría convertirse en un factor de mejora si los países intentasen incorporar cambios en su sistema de evaluación para acercarlos al de PISA, lo que les obligaría también a incorporar cambios en los contenidos y en la metodología de enseñanza.

Los exámenes utilizados requieren papel y lápiz y el alumno cuenta con dos horas para responderlo. En algunos países se añaden 40 minutos más para evaluar matemáticas, lectura y solución de problemas por ordenador.

Además del examen propiamente dicho, los alumnos tienen que responder a un cuestionario en el que se les hacen preguntas de sí mismos y de su contexto personal,

familiar y escolar y también los directores de cada centro educativo responden a otro cuestionario sobre las características de su centro y el ambiente de aprendizaje.

Al lado del desarrollo de destrezas y habilidades, el diseño de la evaluación PISA de 2006 pretende prestar atención también a las actitudes correspondientes a la ciencia y al medio ambiente (Acevedo, 2005), algo novedoso e importante en el aprendizaje de las ciencias, que ya se demandaba con anterioridad, si bien no se pueden ignorar las dificultades que encierra evaluar preguntas de este tipo (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002, 2003).

En el artículo de Fensham (2009), se hace referencia a esas preguntas cognitivas y afectivas, abordándose una serie de cuestiones sobre el uso de los contextos de ciencia y tecnología en PISA y las implicaciones que tiene, dado el interés que supone la educación científica basada en el contexto.

Sobre las pruebas PISA de Ciencias cabe destacar que la competencia científica se divide en tres sub-competencias: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas. En general, cada prueba incluye, al menos, preguntas referentes a dos de las sub-competencias. (Informe PISA, 2006).

La primera de ellas consiste en reconocer cuestiones que se pueden investigar de manera científica, identificar palabras clave para buscar información o reconocer las características principales de una investigación científica.

La segunda de ellas consiste en aplicar el conocimiento de las ciencias en una situación determinada, describir o interpretar fenómenos de manera científica, o predecir cambios, e identificar descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

Y la tercera de ellas consiste en interpretar pruebas científicas y extraer y comunicar conclusiones; identificar los supuestos, las pruebas y el razonamiento de esas conclusiones, y reflexionar sobre las implicaciones sociales de los desarrollos tecnológicos y científicos.

La prueba de Ciencias está estructurada sobre la base de tres dimensiones: procesos científicos, conceptos científicos y situaciones y contextos (ver tabla 2.8).

Tabla 2.8.- Dimensiones contempladas en las pruebas PISA de ciencias.

1) Procesos científicos	-Reconocimiento de dudas, preguntas o cuestiones investigables. -Identificación de las evidencias necesarias en una investigación científica. -Demostración o evaluación de conclusiones. -Comunicación o conclusiones válidas. -Demostración de la comprensión de conceptos científicos.
2) Conceptos científicos	-Estructura y propiedades de la materia. -Cambios atmosféricos. -Cambios físicos y químicos. -Transformación de la energía. -Fuerza y movimiento. -Forma y función. -Biología humana. -Cambios fisiológicos. -Biodiversidad. -Control genético. -Ecosistemas. -La Tierra y su lugar en el Universo. -Cambios geológicos.
3) Situaciones y contextos	-La vida y la salud. -La Tierra y el ambiente. -La tecnología.

En cuanto al tipo de preguntas que se plantean en las pruebas PISA, hay que reconocer que, sin ignorar las críticas que han recibido por parte de distintos autores (Lau, 2009; Sadler y Zeidler, 2009; Gallardo-Gil et al., 2010), el planteamiento de las mismas ha de considerarse novedoso respecto a los exámenes tradicionales, basados esencialmente en el recuerdo de información y definiciones, y la realización de ejercicios o problemas-tipo cuyo proceso de resolución el alumnado ha aprendido a resolver previamente. En este sentido, algunas de las preguntas requieren que los alumnos escojan una respuesta correcta, como en el caso de ejercicios de elección múltiple o son ejercicios de respuesta construida-cerrada. La respuesta puede ser correcta o incorrecta y con

estas preguntas se suelen evaluar habilidades básicas. Otras preguntas poseen un carácter más creativo y requieren que los alumnos elaboren sus propias respuestas, de forma que se suelen medir unos constructos más amplios con ellas. Éstas permiten un mayor número de respuestas correctas, ya que algunas pueden considerarse como parcialmente correctas.

Las unidades de evaluación de PISA se estructuran en grupos, de ciencia, lectura y matemáticas, de forma que los grupos se reparten en cuadernillos. Cada cuadernillo contiene 4 grupos e incluye al menos un grupo de Ciencias.

A continuación se muestran algunas preguntas liberadas de PISA, de ciencias. (Ministerio de Educación, 2010).

UNIDAD LLUVIA ÁCIDA

• Figura 3.3 •

Preguntas de la unidad LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.

PREGUNTA 1.

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. ¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

PREGUNTA 2.

El efecto de la lluvia ácida en el mármol puede simularse sumergiendo astillas de mármol en vinagre durante toda una noche. El vinagre y la lluvia ácida tienen prácticamente el mismo nivel

de acidez. Cuando se pone una astilla de mármol en vinagre, se forman burbujas de gas. Puede medirse la masa de la astilla de mármol seca antes y después del experimento. Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos antes de ser sumergida en vinagre durante toda una noche. Al día siguiente, la astilla se extrae y se seca.

¿Cuál será la masa de la astilla de mármol seca?

A. Menos de 2,0 gramos
B. Exactamente, 2,0 gramos
C. Entre 2,0 y 2,4 gramos
D. Más de 2,4 gramos

PREGUNTA 3.

Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche. Explica por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento. .....

La primera evaluación tuvo lugar en el año 2000. Un resumen de los resultados ha sido publicado por el INCE en versión española de Gil-Escudero (2001) y a partir de entonces la publicación de resultados se lleva a cabo en ciclos de tres años. (Domenech, 2003).

Los resultados de PISA vienen comunicándose por medio de unas escalas con una puntuación media de 500 y una desviación típica de 100 para las tres áreas de evaluación, lo que significa que las dos terceras partes de los alumnos de los países de la OCDE obtuvieron entre 400 y 600 puntos. Estas puntuaciones representan diversos grados de aptitud en un determinado aspecto de la competencia.

Respecto a la competencia científica, el alumnado de 15 años de España experimenta un avance de 8 puntos en la escala de ciencias, es decir, en las pruebas PISA de 2006 obtuvo una puntuación de 488, y en las pruebas de PISA 2012 un total de 496 puntos, referida al grado de adquisición de conocimientos y destrezas científicas, acercándose de este modo al promedio de la OCDE (501 puntos). En ciencias las diferencias en función del sexo no son tan pronunciadas aunque parece que los chicos rinden mejor en ciencias que las chicas. Con esta puntuación España ocupa el lugar 21 en ciencias de los 34 países de la OCDE y si se consideran los niveles de rendimiento, la proporción del alumnado situado en los niveles bajos en ciencias es del 16%, mientras que en la OCDE es del 18%, y solamente un 5% se encuentra en los niveles opuestos de excelente en

ciencias, porcentaje inferior al promedio de la OCDE. Dichos datos han sido extraídos del Informe español de PISA 2012 del Ministerio de Educación (2014).

Desde el primer informe en el año 2000, el proyecto PISA está removiendo los asientos de nuestro sistema educativo, y en especial en 2006 con la evaluación de las Ciencias empieza a tener una gran repercusión en esta área curricular. Hay preocupación por explicar la naturaleza y fundamento de las pruebas (ej. Harlen, 2002; Oñorbe, 2008) y la lectura de los resultados y sus implicaciones (Caamaño, 2007; Puente Azcutia, 2008).

El estudio PISA aporta información de gran valor que puede ayudar a la implementación de políticas educativas para la mejora continua de los sistemas educativos. Permite tener una visión global sobre el rendimiento de cada uno de los sistemas educativos evaluados dentro del marco internacional del estudio y también proporciona una visión longitudinal de la evolución de los resultados a lo largo del tiempo gracias a su aplicación cíclica y a la rigurosa metodología con la que se lleva a cabo. (PISA, 2012).

Por otra parte, también se advierte que hay ciertos aspectos que no se tienen en cuenta en PISA según algunos autores Gallardo-Gil et al (2010), quienes dicen echar en falta aspectos a los que no parece prestar atención PISA, como por ejemplo las capacidades de argumentación y comunicación, dada la dificultad que plantearía de cara a la corrección de las pruebas. Además, según ellos, se plantean pocos problemas abiertos que den rienda suelta a la creatividad o a la heurística. Parece, por tanto, que PISA da más importancia al seguimiento de las leyes y teorías científicas que el pensamiento divergente implícito en el espíritu creativo, fundamental en el avance de la ciencia. En los problemas propuestos no hay conexión con temas transversales. Se reclama la búsqueda de información científica y su selección. Llama la atención la presencia de algunos ítems que se plantean para intentar valorar la actitud del alumno frente a las ciencias aunque de un modo superficial. Tampoco se han observado en las pruebas temas de conocimiento sujetos al debate.

Estos autores terminan preguntándose si este modelo de evaluación de competencias mediante pruebas estandarizadas es el más adecuado para las finalidades que se proponen desde el propio Programa de evaluación y plantean la necesidad de otros modelos más acordes para la evaluación de competencias educativas.

2.6.2.- TIMSS (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias)

Es un estudio internacional de evaluación promovido por la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo) destinado a medir tendencias en el rendimiento de los estudiantes en ciencias.

El proyecto TIMSS evalúa el rendimiento de los estudiantes en ciencias y matemáticas al objeto de comprender mejor la naturaleza y el grado del aprendizaje del alumnado tanto en relación a estas dos materias como en torno a los contextos en los que se aplica. Tiene entre sus propósitos encontrar factores directamente relacionados con el aprendizaje en ciencias y matemáticas sobre los que poder intervenir desde la política educativa, tales como el currículo, la asignación de recursos o las prácticas de enseñanza (Acevedo, 2005).

Se realiza cada cuatro años, preguntando al alumnado, profesorado y a la dirección de los centros, por medio de preguntas abiertas y cerradas así como mediante cuestionarios sobre el contexto de aprendizaje de las ciencias.

Rubio (2003) presenta un resumen de las características más relevantes de este proyecto internacional de evaluación, con relación a las ciencias:

- La prueba se presenta con el mismo formato y las normas de aplicación y corrección tienen controles de verificación suficientes para hacerla fiable.
- Se realiza a alumnos de 4º de Primaria y 2º de ESO, utilizando un currículo internacional estándar basado en tres aspectos: el currículo pretendido (los documentos oficiales que reflejan el contexto social y educativo nacional), el currículo aplicado (contexto social y de aula) y el currículo obtenido (los resultados obtenidos por el alumnado de acuerdo a sus características).

Los bloques de contenidos que se tratan son: Ciencias de la vida, Química, Física, Ciencias de la Tierra, Ciencias ambientales. Y en cuanto a los aspectos cognitivos de la ciencia: conocimiento factual, comprensión conceptual, razonamiento y análisis, investigación científica.

Al caracterizar las pruebas TIMSS, un aspecto importante a considerar es su estructura. Concretamente, las pruebas de ciencias contienen preguntas de tres tipos (Tabla 2.9):

- Preguntas cerradas con 4 o 5 opciones de respuesta para elegir la correcta.
- Preguntas abiertas de respuesta corta, en las que basta con que el alumno escriba la respuesta.
- Preguntas de respuesta extendida en las que el alumno tiene que explicar en detalle el proceso seguido para llegar a la respuesta.

Además se aplican cuestionarios de contexto con preguntas sobre la situación personal y académica de los propios alumnos, de los profesores y de los equipos directivos de los centros. Esto permite relacionar el rendimiento del alumnado con factores familiares, escolares y de la práctica diaria en el aula.

Tabla 2.9.- Tipos de preguntas en las pruebas TIMSS de Ciencias.

Preguntas de elección múltiple	4 o 5 opciones diferentes. Para evaluar contenidos cognitivos, son claras y concisas.
Preguntas abiertas	Para redactar por escrito, para evaluar aspectos del conocimiento y destrezas relacionadas con la explicación de fenómenos o interpretación de datos.
Preguntas concatenadas	Varias preguntas abiertas seguidas relacionadas entre sí. Para la resolución de problemas y tareas de investigación.

Veamos algunos ejemplos de preguntas correspondientes a la prueba de TIMSS 2011 de Ciencias, y en especial preguntas sobre Química. (Ministerio de Educación, en línea).

Cada pregunta está clasificada por un código, y se muestran las pautas de corrección tras el enunciado. A la respuesta correcta le corresponde un 1, y si la respuesta es incorrecta o en blanco le corresponde un 0. En Química nos encontramos preguntas de aplicación, de razonamiento y de conocimiento con distinto nivel en cada caso.

La primera pregunta propuesta es de conocimiento, concretamente se trata de una pregunta de opción múltiple, a continuación de su enunciado se presenta la pauta de corrección.

S052056

¿Por qué se puede apagar un fuego pequeño poniéndole una manta pesada encima?

a) Porque baja la temperatura.

b) Porque achica las llamas.

c) Porque absorbe la sustancia que arde.

d) Porque impide que el oxígeno llegue al fuego.

Dominio de contenido	Dominio cognitivo	Respuesta correcta	Nivel de desempeño
Química	Conocimiento	D	Intermedio

La siguiente pregunta es de aplicación y requiere que el alumno redacte la respuesta, por tanto, se trata de una pregunta abierta, y de igual manera que en el caso anterior, a continuación se presenta la pauta de corrección.

S032679

Escribe un hecho que se pueda observar y que muestre que se liberó energía durante una reacción química.

Dominio de contenido	Dominio cognitivo	Respuesta correcta	Nivel de desempeño
Química	Aplicación	Ver pauta de corrección	Sobre avanzado

Nota: Para recibir puntaje, las respuestas deben referirse a evidencia directa de liberación de energía (calor o aumento de temperatura, luz, sonido, etc). Respuestas que solo mencionan observaciones de vapor, humo, burbujas, producción de gas u otros cambios en los materiales que no necesariamente indican una reacción exotérmica, son incorrectas. Si se menciona calor o aumento de temperatura, debe calificarse con código 1. Si entrega más de una respuesta, debe asignarse el código correspondiente a la primera respuesta correcta.

Código	Respuesta	Item: S032679
	Respuesta correcta	
1	Señala calor o aumento de la temperatura (o similar) *Ejemplos:* *Se ha emitido calor.* *La temperatura sube.* *Los químicos se sienten tibios, lo que indica que se ha liberado energía calórica.*	
	Señala una explosión o escuchar un sonido (o similar). *Ejemplos:* *Podría explotar.* *Habría un sonido "pop"*	
	Señala la producción de luz o ver llamas (o similar). *Ejemplos:* *Uno ve luz y escucha ruido.* *Brilla.* *Verás las llamas.*	
	Otras correctas *Ejemplos:* *Si la reacción química hace que algo se mueva, como con la onda expansiva de un cohete.*	
	Respuesta incorrecta	
0	Solo señala vapor, humo, burbujeo o producción de gas (o similar). [No hace referencia explícita al calor.] *Ejemplos:* *La sustancia burbujea.* *Se libera vapor.* *Sale humo de la sustancia.* *Se produce un gas.*	
	Solo señala otra evidencia del cambio de los materiales que no necesariamente indica que se ha liberado energía (por ej. cambios de color, olor). *Ejemplos:* *El color cambia.* *La solución se hace turbia.* *Habrá químicos extra en la solución.*	
	Otras incorrectas (incluyendo respuestas tachadas, borradas, marcas desordenadas, ilegibles o no relacionadas con la tarea). *Ejemplos:* *Transpirar: un cambio de estado.*	
	Sin respuesta	
0	En blanco.	

2.6.3.- Pruebas de diagnóstico (PED)

Se tratan de pruebas institucionales planteadas en el contexto de las distintas Comunidades Autónomas españolas con propósito de carácter formativo e interno. Además, al reportar datos muestrales cuantitativos, también puede resultar útil para hacer inferencias sobre los resultados globales de la Comunidad Autónoma de Andalucía, teniendo carácter externo.

En Andalucía se aplicaron por primera vez en el curso 2006-2007 en los centros docentes sostenidos por fondos públicos y desde el 2009-2010 en todos los centros educativos. Intentan evaluar el rendimiento académico de los alumnos mediante unos indicadores diferentes a la valoración que el profesorado hace sobre el aprendizaje de su alumnado. También se aplican cuestionarios de contexto (alumnado, familia y centro) para analizar la relación entre el rendimiento obtenido en las PED y la situación socioeconómica y cultural del alumnado y el centro.

Se aplican al alumnado que finaliza el 2º curso del 2º ciclo de Educación Primaria y al alumnado que finaliza el 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria.

La evaluación se inició en el curso 2006-2007, con la competencia lingüística y la matemática. En el curso 2008-2009 se incorporó la evaluación de la competencia del conocimiento e interacción con el mundo físico, realizándose también en el curso 2009-2010 y en adelante.

Las cuestiones que se plantean en las pruebas sobre competencia científica incluyen:

- Textos escritos continuos, discontinuos o mixtos en los que se recogen informaciones diversas.
- Imágenes, fotografías, mapas, dibujos, esquemas o cualquier otra forma gráfica de representación de diferentes realidades.

Las preguntas formuladas a partir de cada situación-problema pueden presentar los siguientes formatos: 1) Preguntas de respuesta cerrada, de elección múltiple. 2) Preguntas abiertas.

Estas pruebas tienen en cuenta los contenidos curriculares y tratan de evaluar las capacidades del alumnado para su aplicación en situaciones-problemas similares a las que puede encontrar en su vida escolar o extraescolar.

Las pruebas están disponibles a través de la Agencia Andaluza de Evaluación Educativa, pudiéndose acceder a ella de forma libre[2].

Cañas et al. (2014) analizaron las pruebas de evaluación de diagnóstico para 2º de ESO en Andalucía propuestas para valorar el desarrollo en el alumnado de la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico. Para su análisis se tomaron como referencia las dimensiones y los elementos de competencia definidos por la Comunidad Andaluza, el contexto de ámbito y de situación y los otros elementos del currículo oficial de mínimos establecidos por el Ministerio de Educación.

Estos autores analizaron las preguntas propuestas en las pruebas correspondientes a 2008-2009 y 2009-2010. Determinaron que todas las actividades de las dos pruebas aparecen contextualizadas en situaciones reales y con una presentación muy variada. Se promueven las tres dimensiones de la competencia (metodología científica, conocimientos científicos, e interacciones ciencia-tecnología-sociedad-ambiente) aunque con diferente peso de los elementos de la competencia que cada una incluye. Se observa deficiencia en diseño y reconocimiento de experiencias sencillas para comprobar y explicar fenómenos naturales. Los contenidos parecen que no hayan sido abordados con carácter equilibrado, destacando el predominio de los aspectos medioambientales en contraposición a los aspectos físico-químicos y geológicos; y los criterios de evaluación también presentan esos mismos vacíos que se han apreciado en los contenidos.

Mayós (2003) también realizó un análisis de las pruebas de evaluación de competencias básicas administradas al alumnado de 4º de Primaria y de 2º de ESO en Cataluña iniciadas en el curso 2000-2001. Se trató de una iniciativa que implica a todos los centros de educación primaria y secundaria obligatoria de Cataluña, resultando innovadora ya que se centra en la evaluación de las competencias básicas y no en las áreas curriculares, un instrumento para reforzar la evaluación interna del centro. A

[2] www.juntadeandalucia.es*/educacion/agaeve/docs/Guiaevaluacioncimfnsecundaria.pdf*

partir de los resultados obtenidos con el alumnado de una muestra representativa de centros se dispone de información que cada centro puede utilizar como elemento de comparación y a la vez también sobre el sistema educativo en general. Esta iniciativa combina elementos de evaluación interna con evaluación externa, y su finalidad es la de contribuir a la mejora tanto del aprendizaje de cada alumno como de cada centro a partir del análisis de resultados. Las primeras valoraciones han sido positivas pero apuntan aspectos a mejorar como en el tiempo necesario para las pruebas o los criterios de corrección.

Gallardo et al. (2014) analizan el potencial de las evaluaciones externas y diagnósticas para ver el grado de adquisición de las competencias básicas por parte de los estudiantes, dentro de una investigación centrada en la evaluación educativa de la competencia de aprender cómo aprender. Se analizan las pruebas de Evaluación Diagnóstica de Andalucía, como se hicieran con las de PISA, recopilando los hallazgos más importantes de la investigación en el área de Ciencias, en la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural. Se toman como matriz seis capacidades científicas (reproducción, aplicación, reflexión, transferencia, heurística y argumentación). Se especifica la metodología empleada, basada en análisis cualitativos y cuantitativos, y se distinguen diferentes capacidades implicadas y el nivel de dificultad en el que aparecen. Ofrecen los resultados más destacados y se realiza una valoración de la distancia existente entre el concepto global de competencia propuesto en el informe DeSeCo y lo que realmente parecen evaluar las pruebas a raíz de los resultados obtenidos.

Como conclusión del estudio se llega a que estas pruebas demandan principalmente capacidades científicas de baja complejidad con escasa presencia de capacidades de orden superior. Así la capacidad de reproducción en ESO está muy presente, ya que en un alto porcentaje de ítems analizados implican la reproducción de contenidos, y también está presente la de comunicación/argumentación. Por el contrario la capacidad de aplicación y la de comprensión aparecen en un porcentaje muy pequeño, y la de transferencia no está presente o cuando lo hace es en un nivel básico. La capacidad heurística no aparece en ningún ítem de los analizados. Por tanto, según el análisis realizado, estas pruebas no parecen evaluar competencias en el sentido

complejo y global de DeSeCo (OCDE, 2002), se encuentran limitaciones de cara a la evaluación de la competencia científica.

Estos estudios han determinado, asimismo, que predominan las respuestas abiertas en ESO frente a las cerradas. Y parece coincidir con el esfuerzo por diseñar ejercicios que den importancia a la reflexión y la argumentación, aunque no lo garantice este tipo de preguntas. Las situaciones –problema se expresan con un lenguaje claro y sencillo.

A modo de ejemplo se presentan dos preguntas correspondientes a la Prueba de Evaluación de Diagnóstico, competencias básicas en el conocimiento e interacción con el medio físico y natural 2008/2009 en 2º de ESO de Andalucía. (Junta de Andalucía).

Primero aparece el enunciado completo de la actividad y acto seguido una tabla con la dimensión a que corresponde, elemento de competencia, contenido que se evalúa y cómo se puntúa según las respuestas que puedan dar el alumnado.

ACTIVIDAD:

"PREPARANDO UN CAFELITO"

Preparar un café es una actividad muy habitual en cualquier hogar. A veces, más de una vez al día, aunque los médicos recomiendan que no se debe abusar de él. Cuando se prepara café en casa, su aroma invade toda la cocina. Justo al terminar de prepararse, está a una temperatura muy elevada porque el líquido formado se ha obtenido a partir del vapor de agua que ha ido subiendo por la cafetera, recogiendo los aromas y esencias del café, que habíamos puesto en la cafetera. Imagínate que vas a echar ese café a dos amigos de tus padres, que vienen de visita. Sin darte cuenta a uno le dejaste la cucharilla dentro y al otro fuera en el platillo.

¿Qué café se enfriará antes? Explica tu respuesta intentando justificarla con argumentos científicos.

Pregunta nº 11		
Dimensión	SCI2.- CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS	
Elemento de Competencia	SCI2.3.- Emplea nociones científicas básicas para expresar sus ideas y opiniones sobre hechos y actuaciones.	
Contenido	Calor y temperatura.	
Puntuación	4	La cucharilla, al ser conductora del calor, producirá una transferencia rápida hacia el exterior, por lo que la taza con cucharilla se enfriará antes. La otra taza tardará más en enfriarse y hará que el otro amigo tenga que esperar un buen rato. Hace referencia a la conducción térmica en el metal.
	3	Explica justificadamente lo mismo que en la opción anterior, pero no argumenta usando vocabulario específico. Es decir, no aparecen las palabras conducción térmica, propiedad conductora, conducción del calor, etc.
	2	Elige una de las dos, pero no da ninguna razón que justifique su elección.
	1	No contesta.

ACTIVIDAD:
"ACCIDENTE DOMÉSTICO"

Tu profesora de Ciencias Naturales ha realizado en el laboratorio un accidente doméstico que le ocurrió el otro día: ha cogido un salero de cristal lleno de sal y lo ha roto de forma que los trocitos de cristal que se han formado son del tamaño de los granos de sal.

Os pide que recuperéis la sal de manera que no contenga ningún trocito de cristal. Para ello os da los pasos que hay que seguir, pero desordenadamente, y os dice que los tenéis que ordenar para realizar correctamente la experiencia.

1.- Colocar un embudo sobre un vaso de precipitado.
2.- Agitar con una cucharilla.
3.- Verter el agua con los trocitos de cristal y sal en un embudo.
4.- Poner papel de filtro en un embudo.
5.- Añadir agua.
6.- Dejar evaporar o calentar.
7.- Echar la sal con los trocitos de cristal en un vaso de precipitado.

Escribe en las casillas siguientes la secuencia de pasos que crees correcta.

Pregunta nº 16		
Dimensión	SCI1.- METODOLOGÍA CIENTÍFICA	
Elemento de competencia	SCI1.3.- Diseña o reconoce experiencias sencillas para comprobar y explicar fenómenos naturales y predecir sus consecuencias.	
Contenido	La materia y sus propiedades	
Puntuación	4	Posibles secuencias: 7-5-2-4-1-3-6 7-5-2-1-4-3-6 4-1-7-5-2-3-6 1-4-7-5-2-3-6
	3	Ordena correctamente cinco pasos.
	2	Ordena correctamente tres o cuatro pasos.
	1	Ordena correctamente uno o dos pasos. No ordena correctamente ningún paso. No contesta.

El procedimiento de puntuación de cada ítem se apoya en una plantilla de corrección, al mismo tiempo que se confeccionan los ítems también se elabora un cuadernillo con las pautas de corrección, especificando en cada pregunta la dimensión, el elemento de competencia, y el contenido a evaluar, y los criterios a seguir para considerar que una respuesta es correcta, parcialmente correcta o incorrecta. En los ejemplos propuestos, cada pregunta se valora del 1 al 4 y se rellena una plantilla con los resultados como la que se muestra a continuación.

Se puede apreciar como cada pregunta evalúa una única competencia, sin embargo una misma competencia puede estar presente en varias preguntas.

La corrección de esta prueba la asume el profesorado de cada centro, utilizando los criterios de corrección y puntuación que se les facilitan como parte del material que integra las pruebas, así como las pautas y recomendaciones enviadas por la Administración educativa. Los datos obtenidos tras la corrección se introducen para su análisis en una aplicación informática que se le proporciona a los centros. Este proceso de evaluación continúa con el análisis e interpretación de las puntuaciones para determinar el nivel de competencia de su alumnado.

Para hacer posible la comparación de puntuaciones obtenidas en distintas competencias, los resultados se refieren a una escala común.

ALUMNO/A Nº…….. GRUPO ……..
CENTRO ……
LOCALIDAD ……. PROVINCIA …….

PREGUNTA	ELEMENTO DE COMPETENCIA	PUNTUACIÓN
1	SCI2.2.	
2	SCI2.2.	
3	SCI2.2.	
4	SCI2.1.	
5	SCI1.2.	
6	SCI1.3.	
7	SCI2.2.	
8	SCI3.3.	
9	SCI2.3.	
10	SCI.1.2.	
11	SCI2.3.	
12	SCI2.3.	
13	SCI3.1.	
14	SCI3.3.	
15	SCI2.1.	
16	SCI1.3.	
17	SCI3.1.	
18	SCI3.1.	
19	SCI3.1.	
20	SCI2.1.	
21	SCI1.2.	
22	SCI3.2.	
23	SCI1.2.	
24	SCI3.1.	

La finalidad de esta prueba es potenciar procesos de mejora en el sistema educativo, y es formativa porque permite a los centros obtener información esencial para establecer medidas que superen las deficiencias que existen entre el nivel competencial que se espera que desarrolle el alumno y el que realmente después ha conseguido. Por otro lado, proporciona criterios normativos para la valoración que hace cada centro y posibilita la elaboración de informes globales a la hora de informar a la comunidad educativa sobre los progresos conseguidos por el alumnado de los centros andaluces en nuestro caso, y de las medidas para favorecerlos. (Junta de Andalucía. Evaluación diagnóstico 2006-2007).

2.6.4.- Olimpiada de Química

La Olimpiada de Química es una prueba académica que se realiza anualmente para los alumnos que cursan bachillerato (o excepcionalmente de 2º Ciclo de ESO de excelentes capacidades, si son avalados por su Profesor), cuya finalidad es estimularlos a buscar la excelencia en esta área y fomentar la amistad entre los estudiantes, profesores y científicos de distintas partes del mundo.

La primera Olimpiada Internacional de Química se celebró en 1968 en Praga (Checoslovaquia) y en el año 2015 se cumple la 47 Th International Chemisty Olimpiad (ICHO 47). España ha participado desde el año 1996.

La Olimpiada de Química se celebra internamente también en nuestro país desde 1995, surgiendo a raíz de un programa del Ministerio de Educación en colaboración con la Asociación Nacional de Químicos de España y la Real Sociedad Española de Química, para motivar a los estudiantes de bachillerato y el desarrollo de vocaciones futuras. En este certamen pueden participar alumnos de todos los centros públicos y privados que lo deseen, distinguiéndose las siguientes fases:

- Primero una Fase Local que se suele convocar en diciembre-enero y se celebra en cada Distrito Universitario durante febrero-marzo. Se otorgan un primer, segundo y tercer premio, a los tres alumnos mejores clasificados.
- A continuación se celebra la Fase Nacional a finales de abril, participando los alumnos seleccionados en cada fase local. Su objetivo es elegir a los cuatro mejores alumnos para representar a España en las Olimpiadas Internacional e Iberoamericana de Química de ese año.
- Le sigue la Fase Internacional que se celebra en julio, participando los cuatro primeros clasificados de cada fase nacional, mientras que los alumnos clasificados en los siguientes lugares tienen carácter de suplentes.
- Y por último, la Fase Iberoamericana que tiene lugar en el tercer trimestre de cada año y cada país está representado por los cuatro primeros clasificados en su fase nacional.

Tanto en la Fase Internacional como en la Iberoamericana se conceden medallas de oro, plata, bronce y menciones de Honor. España ha conseguido premio prácticamente en casi todos los años en los que ha participado en la fase Internacional, obteniendo en la mayoría de las ocasiones los estudiantes españoles alguna medalla de bronce o mención de Honor. Sin embargo, en ninguna de ellas un alumno representante de nuestro país se ha alzado con una medalla de oro, sí en dos ocasiones con una medalla de plata. Esos alumnos en su mismo año de participación representan a España en la Fase Iberoamericana, y en cuatro ocasiones un alumno español ha conseguido una medalla de oro, curiosamente en los cuatro casos fueron alumnos que habían conseguido previamente en la fase Internacional una medalla de bronce[3].

A modo de ejemplo podemos comentar la fase local en Cádiz, en la que la prueba consta de un test (verdadero o falso y preguntas de elegir una opción correcta), formulación, dos cuestiones teóricas y tres problemas, y se realiza en un máximo de tres horas.

El temario incluye los conocimientos de Química adquiridos en los años anteriores y los conceptos del presente curso hasta la fecha de la Olimpiada, prácticamente el mismo de Selectividad.

En la tabla 2.10 se presenta parte de la prueba realizada en la XX Olimpiada de Química en el distrito universitario de Cádiz para ejemplificar el tipo de preguntas implicadas en este tipo de prueba. Como se puede comprobar, consiste en cuestiones cualitativas de respuesta en formato abierto, preguntas sobre formulación y nomenclatura química, preguntas de verdadero o falso, de opción múltiple y tareas de resolución de problemas numéricos. Ni en las preguntas de “verdadero o falso” ni en las de opción múltiple es preciso la justificación de la opción elegida.

El formato de esta prueba en otras comunidades autónomas no coincide con este. Por ejemplo en Madrid la prueba consta de un examen de cuestiones y un examen de problemas. El primero consta de 45 preguntas tipo test, de elegir una opción correcta entre varias opciones, cuya valoración es 1 punto si es correcta o restan 0,2 en el caso

[3] Recuperado de: http://www.colegiodequimicos.org/as_olimpiada.php https://olimpiadasquimica.es.

de ser incorrecta. El segundo consta de 4 problemas con diversos apartados, puntuando cada problema con un máximo de 10 puntos.

La tabla 2.10 presenta ejemplos de preguntas propuestas en dicha prueba:

Tabla 2.10.- Tipo de preguntas en la XX Olimpiada de Química de Cádiz.

Tipos de preguntas	Ejemplos
Cuestiones teóricas	1.- Conceptos de orden de reacción y molecularidad de una reacción. 2.- Represente gráficamente la estructura molecular del BF_3 y NH_3.
Preguntas de formulación y nomenclatura	Consiste en escribir el símbolo de tres elementos químicos, el nombre de otros tres elementos químicos y formular y nombrar 10 compuestos químicos (6 inorgánicos y 4 orgánicos) utilizando cualquier sistema de nomenclatura que sea correcto. Ej) Símbolo del Xenón, nombre del Zr, formule ácido nítrico, nombre CH_3CONH_2.
Verdadero/Falso	10 enunciados -En condiciones normales, un recipiente contiene 16 g de oxígeno y otro 28 g de nitrógeno. Los dos recipientes contienen igual número de átomos. Masas atómicas (u): N = 14; O = 16 -Los puentes de hidrógeno son las fuerzas de Van der Waals más fuertes.
Opción múltiple	-Dos compuestos con idéntica fórmula empírica pero distinta fórmula estructural son: a) Isómeros. b) Isótopos. c) Idénticos. -Los elementos de transición del periodo n del sistema periódico se caracteriza por estar llenando el orbital: a) np b) (n-1)d c) nd
Resolución de problemas	El calor de reacción correspondiente a la descomposición térmica del carbonato de calcio es -42,49 kcal/mol, siendo los productos de reacción que se obtienen óxido de calcio y dióxido de carbono. Calcule: a) El consumo de carbón mineral que hay que añadir a un horno de calefacción para obtener una tonelada de óxido de calcio, suponiendo que el rendimiento térmico del horno sea del 70%. Se sabe que la entalpía de la reacción $C + O_2 \rightarrow CO_2$ es igual a ΔH = -94,52 kcal/mol. b) El volumen de CO_2 que se desprenden en este proceso en condiciones normales. DATOS: Masas atómicas (u): C = 12, O = 16, Ca = 40

2.6.5.- Descripción de las futuras pruebas de reválida según la LOMCE

A partir de 2017 la LOMCE (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo) pretende eliminar la Selectividad a la que se enfrentan actualmente los alumnos para acceder a la Universidad, previéndose su desaparición a partir del curso 2017-2018. El Ministerio de Educación tiene previsto a cambio distintas pruebas a lo largo de las etapas educativas previas, aun en borrador. Se cree que la prueba final de bachillerato para poder obtener el título, incluirá 350 preguntas tipo test con cuatro respuestas a elegir, divididas en tres bloques: 200 preguntas sobre las materias troncales, 100 preguntas sobre materias optativas y 50 preguntas sobre las materias específicas elegidas por el alumnado.

Además de la prueba de bachillerato, los alumnos deben hacer exámenes finales al acabar las etapas educativas previas. En sexto curso de primaria, la prueba de evaluación parece que no tendrá carácter eliminatorio, es decir, no será necesario aprobar para sacarse el título, en cambio en 4º de ESO y en 2º de bachillerato sí.

Las pruebas externas podrán ser aplicadas y calificadas por profesorado que no pertenezca a la función pública, a diferencia que en la actualidad que únicamente los funcionarios pueden corregir dichas pruebas, si bien está por desarrollar la normativa sobre su estructura y forma de implementación.

2.7.- La prueba de Química de la PAU

En este apartado se lleva a cabo un análisis del marco contextual dentro del cual se realiza el estudio, que no es otro que el de las PAU. Aunque muchas de las conclusiones e implicaciones del estudio realizado en esta tesis son aplicables a otras materias científicas, nuestro interés se focaliza en el caso de la asignatura de Química, de ahí que ahondemos específicamente en el caso de dicha materia.

2.7.1.- Consideraciones generales sobre la PAU

“La Ley Orgánica de Educación establece en su artículo 38 que el acceso a los estudios universitarios exigirá, además del título de Bachiller, la superación de una prueba que permita valorar, junto con las calificaciones obtenidas en el bachillerato, la madurez académica, los conocimientos y la capacidad de los estudiantes para seguir con éxito

las enseñanzas universitarias. Esta prueba de acceso tendrá en cuenta las modalidades del bachillerato y las vías que pueden seguir los estudiantes, versará sobre las materias de segundo de bachillerato y tendrá validez para el acceso a las distintas titulaciones de las universidades españolas".

El Real Decreto 1892/2008 de 14 de Noviembre es por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas andaluzas.

El procedimiento de acceso a la universidad requiere la superación de una prueba por parte de quienes se encuentren en posesión del Título de Bachiller o títulos de Técnico Superior correspondientes a las enseñanzas de Formación Profesional y Enseñanzas Artísticas o de Técnico Deportivo Superior correspondiente a las enseñanzas Deportivas. Anualmente se celebran dos convocatorias.

Esta prueba tiene como finalidad valorar con carácter objetivo la madurez académica del estudiante así como los conocimientos y capacidades adquiridos en el Bachillerato y su capacidad para seguir con éxito las enseñanzas universitarias oficiales de Grado. Para ello, se da una calificación numérica que permita la ordenación de las solicitudes de admisión para la adjudicación de plazas ofertadas en los centros universitarios públicos.

La prueba ha de adecuarse al currículo del bachillerato y versa sobre las materias a las que se refieren los artículos 6 y 7 del Real Decreto 1467/2007 de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, establecidas para el segundo curso.

La estructura de las PAU es la siguiente:

Consta de dos fases, denominadas fase general y específica respectivamente.

- La fase general tiene por objeto valorar la madurez y destrezas básicas que debe alcanzar el alumno al finalizar el bachillerato para seguir las enseñanzas universitarias oficiales de Grado, especialmente en lo que se refiere a la comprensión de mensajes, el uso del lenguaje para analizar, relacionar, sintetizar y expresar ideas, la comprensión básica de una lengua extranjera y los conocimientos o técnicas fundamentales de una materia de modalidad. Incluye por tanto cuatro ejercicios, el primero un comentario de un texto de Lengua

castellana y literatura; el segundo sobre Historia de la filosofía, Historia de España, Ciencias para el mundo contemporáneo o Filosofía y Ciudadanía; el tercero de lengua extranjera (alemán, francés, inglés, italiano o portugués), y el cuarto sobre una materia de modalidad de segundo de bachillerato. En todos los casos, cada examen tiene dos opciones, el alumno debe elegir una de ellas y realizarla en un tiempo máximo de una hora y media.

- La fase específica tiene carácter voluntario y tiene por objeto la evaluación de los conocimientos y la capacidad de razonamiento en unos ámbitos disciplinares concretos relacionados con los estudios que se pretenden cursar y permite mejorar la calificación obtenida en la fase general. El alumno se podrá examinar de cualquiera de las materias de modalidad de segundo de bachillerato, máximo cuatro materias.

Para superar la prueba, el alumno debe obtener una nota igual o mayor a 5 puntos como resultado de la media ponderada del 60% de la nota media de bachillerato y el 40% de la calificación de la fase general, siempre que haya obtenido un mínimo de 4 puntos en la calificación de la fase general.

Para la admisión a las enseñanzas universitarias de Grado en las que se produzca un procedimiento de concurrencia competitiva, las universidades públicas han de utilizar para la adjudicación de plazas la nota de admisión que corresponda, que se calcula con una fórmula teniendo en cuenta el 60% de la nota media del bachillerato, el 40% de la calificación de la fase general más las calificaciones de dos materias superadas en la fase específica multiplicadas por el factor de ponderación en cada caso.

La comisión organizadora de la prueba de acceso está integrada por representantes de las universidades públicas, de la Administración educativa, del profesorado de bachillerato de centros públicos y otros expertos de acuerdo con las normas que establezcan las Administraciones educativas.

Los contenidos involucrados en la PAU en la asignatura de Química son muy similares en todas las CCAA, pues se corresponden básicamente con los del currículum de la asignatura de Química de 2º de bachillerato y algunos temas de cursos anteriores como estequiometría, formulación y nomenclatura química (Tabla 2.11). Hablamos, pues, de

temas como los de cálculos estequiométricos, estructura atómica y clasificación periódica, enlace químico y propiedades de las sustancias, transformaciones energéticas en las reacciones químicas, equilibrio químico (homogéneo, heterogéneo, precipitación), ácidos y bases, introducción a la electroquímica (redox), química del carbono, y formulación química principalmente.

Tabla 2.11.- Contenidos de Química correspondientes a 1º y 2º de Bachillerato.

1º Bachillerato Física-Química	2º Bachillerato Química
1.- Contenidos comunes: -Estrategias básicas como el planteamiento de problemas, formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad. -Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.	
6.- Teoría atómico molecular de la materia: - Teoría atómica de Dalton. -Masas atómicas y moleculares, el mol. -Ecuación de estado de los gases ideales. -Fórmulas empíricas y moleculares. -Preparación de disoluciones de concentración determinada.	2.- Estructura atómica y clasificación periódica de los elementos: -Del átomo de Bohr al modelo cuántico. -Evolución histórica de la ordenación periódica de los elementos. -Estructura electrónica y periodicidad. Tendencias periódicas en las propiedades de los elementos.
7.- El átomo y sus enlaces: -Modelos atómicos: Thomson y Rutherford. Distribución electrónica en niveles energéticos. Los espectros y el modelo atómico de Bohr. -El sistema periódico. -Enlaces iónico, covalente, metálico e intermoleculares. Propiedades de las sustancias. -Formulación y nomenclatura de los compuestos inorgánicos siguiendo las normas de la IUPAC.	3.- Enlace químico y propiedades de las sustancias: -Enlaces covalentes. Geometría y polaridad de moléculas sencillas. -Enlaces entre moléculas. Propiedades de las sustancias moleculares. -El enlace iónico. Estructura y propiedades de las sustancias iónicas. -Estudio cualitativo del enlace metálico. Propiedades de los metales. -Propiedades de algunas sustancias de interés biológico o industrial en función de la estructura o enlaces característicos de la misma.
8.- Estudio de las transformaciones químicas: -Importancia del estudio de las transformaciones químicas y sus implicaciones. -Interpretación microscópica de las reacciones químicas. Velocidad de reacción. Factores de los que depende: hipótesis y puesta a prueba experimental. -Estequiometría de las reacciones. Reactivo limitante y rendimiento de una reacción. -Química e industria: materias primas y productos de consumo. Implicaciones. -Valoración de algunas reacciones químicas que, por su importancia biológica, industrial o repercusión ambiental, tienen mayor interés en nuestra sociedad. El papel de la química en la construcción de un futuro sostenible.	4.- Transformaciones energéticas en las reacciones químicas. Espontaneidad de las reacciones químicas: -Energía y reacción química. Procesos endo y exotérmicos. Concepto de entalpía. Determinación de un calor de reacción. Entalpía de enlace e interpretación de la entalpía de reacción. -Aplicaciones energéticas de las reacciones químicas. Repercusiones sociales y medioambientales. -Valor energético de los alimentos: implicaciones para la salud. -Condiciones que determinan el sentido de evolución de un proceso químico. Conceptos de entropía y de energía libre.

Continuación tabla 2.11.- Contenidos de Química correspondientes a 1º y 2º de Bachillerato.

1º Bachillerato Física-Química	2º Bachillerato Química
	5.- <u>El equilibrio químico</u>: -Características macroscópicas del equilibrio químico, interpretación submicroscópica. La constante de equilibrio. Factores que afectan a las condiciones de equilibrio. -Las reacciones de precipitación como ejemplos de equilibrios heterogéneos. Aplicaciones analíticas de las reacciones de precipitación. -Aplicaciones del equilibrio químico a la vida cotidiana y a procesos industriales.
	6.- <u>Ácidos y bases</u>: -Carácter ácido-base de una sustancia. Las reacciones de transferencia de protones. -Concepto de pH. Cálculo y medida del pH. Importancia del pH en la vida cotidiana. -Volumetrías ácido-base. Aplicaciones y tratamiento experimental. -Tratamiento cualitativo de las disoluciones acuosas. -Algunos ácidos y bases de interés industrial y en la vida cotidiana. El problema de la lluvia ácida y sus consecuencias.
	7.- <u>Introducción a la electroquímica</u>: -Reacciones de oxidación-reducción. Especies oxidantes y reductoras. Número de oxidación. -Concepto de potencial de reducción estándar. Escalas de oxidantes y reductores. -Valoraciones redox. Tratamiento experimental. -Aplicaciones y repercusiones de las reacciones de oxidación-reducción: pilas y baterías eléctricas. -La electrolisis: importancia industrial y económica. La corrosión de metales y su prevención. Residuos y reciclaje.
9.- <u>Introducción a la química orgánica</u>: -Orígenes de la química orgánica: superación de la barrera del vitalismo. Importancia y repercusiones de las síntesis orgánicas. -Posibilidades de combinación del átomo de carbono. Introducción a la formulación de los compuestos de carbono. -Los hidrocarburos, aplicaciones, propiedades y reacciones químicas. Fuentes naturales de hidrocarburos. El petróleo y sus aplicaciones. Repercusiones socioeconómicas, éticas y medioambientales asociadas al uso de combustibles fósiles. -El desarrollo de los compuestos orgánicos de síntesis: de la revolución de los nuevos materiales a los contaminantes orgánicos permanentes. Ventajas e impacto sobre la sostenibilidad.	8.- <u>Estudio de algunas funciones orgánicas</u>: -Nomenclatura y formulación de las principales funciones orgánicas. -Alcoholes y ácidos orgánicos: obtención, propiedades e importancia. -Los ésteres: obtención y estudio de algunos ésteres de interés. -Polímeros y reacciones de polimerización. Valoración de la utilización de las sustancias orgánicas en el desarrollo de la sociedad actual. Problemas medioambientales. -La síntesis de medicamentos. Importancia y repercusiones de la industria química orgánica.

Se trata en todos los casos de una prueba escrita que consta de una serie de cuestiones, sean preguntas teóricas o ejercicios en forma de problemas.

En todas las comunidades se presentan dos opciones de examen (A o B, o Nº 1 y Nº 2 como en el caso de Cantabria), con la misma estructura, donde el alumno/a debe realizar en hora y media una de ellas y solo una, en su totalidad, sin mezclar apartados de una y otra opción.

En cuanto al número de preguntas, todas las comunidades establecen que el alumno debe responder a un total de cinco, salvo Andalucía y Murcia que proponen seis. Se tratan de preguntas tanto teóricas como prácticas, con apartados, donde los criterios concretos de puntuación dependen de cada Comunidad y suele venir especificados en cada una de las pruebas.

Algunas de las preguntas se plantean exclusivamente en términos de cuestiones cualitativas, destinadas a valorar normalmente los conocimientos del alumnado a nivel teórico (cuestiones). Otras se plantean en términos de cálculos que los alumnos deben realizar, a modo de ejercicios numéricos o problemas.

Cabe destacar que la Comunidad Balear incluye en sus exámenes una pregunta de carácter “competencial” centrada en los temas siguientes: cinética química, equilibrio químico, ácido-base y redox. Dicha pregunta se caracteriza por estar contextualizada en una situación real, cotidiana, industrial, ambiental, de actualidad, en cuya respuesta se vean involucrados contenidos propios del currículo de 2º de bachillerato. Además, parte de un texto de un máximo de siete líneas con una figura visible en blanco y negro, tabla o gráfica, planteándose esencialmente en términos cualitativos, lo que no quita que a veces pueda involucrar algunos cálculos sencillos.

Destacamos también que Asturias siempre plantea una cuestión relativa a una experiencia de laboratorio y que Murcia tiene un modelo de examen de selectividad muy parecido al de Andalucía con el mismo tipo y número de preguntas, y criterios similares de puntuación.

En la tabla 2.12 se recoge la información sobre algunas singularidades de las pruebas en las diferentes Comunidades Autónomas.

Tabla 2.12.- Características definitorias de las pruebas de acceso en Química según cada Comunidad Autónoma.

Comunidad	Nº de preguntas	Tipo de preguntas	Puntuación
Andalucía	6	Cuatro cuestiones Dos problemas	Las cuatro primeras hasta 1,5 puntos, las dos últimas 2 puntos.
Aragón	5	Tres cuestiones teóricas (de aspectos puntuales del temario y puede estar implícito el uso de fórmulas para su discusión, sin incluir cálculos numéricos). Dos problemas numéricos (relacionados con aspectos fundamentales del programa y pueden incluir alguna cuestión teórica relacionada).	Las cuestiones teóricas hasta un máximo de 5 puntos, los problemas 2,5 puntos cada uno.
Asturias	5	Dos problemas numéricos Tres cuestiones (2 cuestiones teóricas con respuesta numérica o no, cada una de ellas con dos apartados independientes entre sí; y 1 cuestión relativa a una experiencia de laboratorio de las que figuran en el currículo de la materia).	Dos problemas numéricos 2,5 puntos cada uno, 2 cuestiones teóricas 2 puntos cada una, una cuestión práctica de laboratorio: 1 punto.
Baleares	5	Cada pregunta puede tener diversos apartados explícitos. Cuestiones teóricas y problemas numéricos. Se puede formular una pregunta de carácter "competencial".	La puntuación de cada pregunta se indica en el examen. No es necesario que la puntuación esté igualmente distribuida. La pregunta de carácter "competencial" vale 1 punto.
Canarias	5	Dos de contenido teórico. Tres problemas extraídos de los bloques de contenido. Cada pregunta puede tener varios apartados y la puntuación de éstos estará ponderada a la dificultad que tenga.	2 puntos cada una
Cantabria	5		2 puntos cada una
Castilla La Mancha	5	Dos problemas que pueden tratar de los siguientes temas: termoquímica, equilibrio químico, ácido-base, oxidación-reducción. En estos problemas pueden aparecer cuestiones relacionadas con estequiometría, gases y disoluciones. Tres cuestiones, que pueden contener cálculos numéricos sencillos y pueden tratar de todos los bloques del temario.	Los 2 problemas tres puntos cada uno, una cuestión de 2 puntos y dos cuestiones de 1 punto.

Continuación Tabla 2.12.- Características definitorias de las pruebas de acceso en Química según cada Comunidad Autónoma.

Comunidad	Nº de preguntas	Tipo de preguntas	Puntuación
Castilla León	5	Al menos dos de las 5 cuestiones serán teóricas.	Hasta un máximo de dos puntos y en el ejercicio se señalarán los puntos máximos que se pueden alcanzar en cada parte de cada cuestión.
Cataluña	5	El alumno debe responder a las cuestiones 1, 2, 3, elegir una cuestión entre la 4 y la 5, y elegir una cuestión entre la 6 y la 7, y contestar a las dos que haya elegido.	Cada cuestión tendrá una puntuación máxima de 2 puntos.
Extremadura	5	40% cuestiones teóricas 60% cuestiones prácticas	2 puntos cada una
Galicia	5		2 puntos cada una
Madrid	5		Cada pregunta puntuará sobre un máximo de 2 puntos.
Murcia	6	Cuatro problemas, cuestiones o preguntas cortas, una de las cuales será de formulación (con dos apartados: formular y nombrar) y de dos problemas, cuestiones o preguntas largas.	4 primeras entre 0 y 1,5 puntos. En las cuestiones que consten de varios aparados la puntuación se reparte proporcionalmente entre cada uno de ellos o como se detalle en el texto del examen. La pregunta de formulación consta de cinco especies químicas en cada apartado valoradas a 0,15 por respuesta correcta. 2 últimas se califican entre 0 y 2 puntos (la valoración parcial de los distintos apartados aparece recogida en el texto del examen).
Navarra	5		2 puntos cada una Cuando la pregunta tenga varios apartados, el valor de cada uno de ellos será el cociente entre los dos puntos que vale la pregunta y el número de apartados de la misma.
País Vasco	5	2 problemas 3 cuestiones	La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.

Continuación Tabla 2.12.- Características definitorias de las pruebas de acceso en Química según cada Comunidad Autónoma.

Comunidad	Nº de preguntas	Tipo de preguntas	Puntuación
La Rioja	5	Cuestiones teóricas que recogen aspectos puntuales del temario; y problemas numéricos relacionados con aspectos fundamentales del programa.	Calificación máxima para cada una será de 2 puntos.
Valencia	5	Dos problemas y tres cuestiones. Cada una de las opciones contiene una cuestión o problema de cada uno de los cinco bloques temáticos en que se estructura el temario actual: Bloque I. Cuestiones: estructura de la materia y enlace químico. Bloque II. Problemas: disoluciones cálculo de la concentración, composición centesimal, estequiometría, termoquímica y reacciones de transferencia de electrones (redox). Bloque III. Cuestiones: termoquímica, equilibrios químicos (homogéneos y heterogéneos), reacciones de transferencia de protones y reacciones de transferencia de electrones (redox). Bloque IV. Problemas: equilibrios químicos homogéneos y heterogéneos (incluidos equilibrios ácido-base y equilibrios de disolución). Bloque V. Cuestiones: la química del carbono, introducción a la química industrial y química medioambiental, cinética química, formulación y nomenclatura.	Puntuación de cada subapartado está indicada en negrita.

2.7.2.- Estructura de las pruebas de las PAU en Química en la CAA

Al igual que en el resto de Comunidades Autónomas, en Andalucía se proponen dos opciones en cada prueba, entre las que el alumno ha de elegir una sola. Cada opción consta de seis ejercicios, en concreto 4 cuestiones y 2 problemas:

- Una cuestión sobre formulación y nomenclatura química con seis apartados (4 fórmulas inorgánicas y 2 fórmulas orgánicas; tres para nombrar y tres para formular) cuya puntuación es 1,5 puntos si están los seis apartados bien, 1

punto si se tienen bien 5 apartados, 0,5 puntos si se contesta correctamente a 4 apartados, y cero puntos si se tiene hasta 3 apartados bien.

- Tres cuestiones sobre conocimientos teóricos o de aplicación de los mismos, que requieran para su solución un razonamiento y/o cálculos sencillos, como sobre los procedimientos experimentales referidos a los trabajos prácticos recomendados en las Orientaciones Generales. Suelen tener 2 o 3 apartados. Cada una de estas cuestiones se califica con una puntuación máxima de 1,5 puntos repartida en los apartados correspondientes.
- Dos problemas numéricos de aplicación de los principios, conceptos y procedimientos de la química. Suelen tener 2 apartados cada uno de ellos. La puntuación de cada problema es de cero a dos puntos, repartidos en los apartados correspondientes.

La ponencia de Química de Andalucía elabora cada curso académico 6 propuestas de examen para el curso siguiente, dos de ellas son utilizadas en las convocatorias de junio y de septiembre respectivamente, y las cuatro restantes son reservas. Cada una de estas propuestas tiene sus opciones A y B, por lo que se estaría hablando de un total de 12 exámenes diferentes elaborados anualmente.

Las pruebas son elaboradas por distintas "ponencias" que se constituyen, una para cada provincia, con carácter mixto integrando profesorado de educación secundaria y de universidad. Al objeto de distribuir el trabajo, los distintos temas del currículo se reparten entre las distintas provincias con un año de antelación, empezándose la tarea de elaborar preguntas, que luego se intercambian entre provincias, se validan y, finalmente, se seleccionan por consenso para confeccionar las pruebas.

Así se confeccionan hasta seis exámenes, cada uno con su opción A y con su opción B, y se procede a resolverlos. Con posterioridad, se calibra la complejidad de cada opción propuesta intentando equilibrarlas para homogeneizar su dificultad. Si alguna pregunta se teme que pueda generar dudas, se modifica o se cambia por otra.

2.8.- A modo de síntesis

En este capítulo hemos confeccionado el marco teórico y contextual en el que se fundamenta esta tesis. Hemos mostrado distintas perspectivas sobre la enseñanza-

aprendizaje de las ciencias, empezando por los procesos de evaluación, analizando para qué evaluar, qué, cuándo y cómo, los tipos de evaluación, para detenernos en la evaluación sobre ciencias a través de pruebas externas.

Como parte importante de este marco se han presentado las distintas formas de clasificación o caracterización de las preguntas de exámenes de química, desde el punto de vista de las demandas cognitivas exigidas, del tipo de competencia, o del tipo de respuestas.

Posteriormente, hemos definido qué es una prueba externa y qué tipos de pruebas existen, cuál es su finalidad y los ejemplos de cada una de ellas.

A continuación se explicaron las pruebas externas de ciencias de mayor relevancia, entre ellas, PISA, TIMSS, PED y Olimpiada de Química, incluyendo estudios realizados por parte de distintos autores, y presentando ejemplos de preguntas liberadas.

Para finalizar, hemos centrado la atención en las pruebas de acceso a la universidad que es el tema que nos ocupa, analizando cómo se estructuran dichas pruebas, qué contenidos hay implicados, en la asignatura de Química y más particularmente en Andalucía.

CAPÍTULO 3
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.- Introducción

El objeto de este capítulo es la descripción del diseño de la investigación realizada en esta tesis, delimitando las cuestiones objeto de estudio y la metodología de cada uno de los dos estudios en los que se subdivide la parte experimental de la misma. Para ello detallaremos cuáles son los objetos de estudio y las muestras consultadas, cuáles los instrumentos empleados y cuáles los métodos de análisis aplicados.

El principal problema de la investigación, recordemos, consiste en la caracterización de las pruebas de acceso a la Universidad en la asignatura de Química y el análisis de su repercusión en la docencia en esa materia en cursos preuniversitarios.

Los dos estudios desarrollados se corresponden con los dos subproblemas que abarca el problema principal: a) el análisis de las pruebas de acceso en la asignatura de Química (Estudio 1) y b) el estudio de las percepciones del profesorado y del alumnado sobre en qué medida y de qué forma inciden esas pruebas en la práctica docente (Estudio 2).

3.2.- Estudio 1 (Análisis de las pruebas)

3.2.1.- Subproblema investigado y cuestiones de investigación

El primer subproblema plateado consiste en caracterizar las PAU en las universidades andaluzas en la asignatura de Química, indagando sobre qué tipos de preguntas se plantean habitualmente, qué aspectos de la competencia científica se evalúan a lo largo de las mismas y si se observa o no alguna evolución en estos aspectos a lo largo de los últimos años.

Con objeto de ofrecer un análisis exhaustivo, hemos planteado los siguientes interrogantes como eje sobre el que se vertebrará la exposición:

1.1.- ¿Cuáles son los contenidos de química que más frecuentemente se evalúan en las pruebas de acceso a la universidad? ¿Existen algunos “sobre” o “infra” planteados?

1.2.- ¿Qué tipo de preguntas integran dichas pruebas?

1.3.- ¿Qué aspectos o dimensiones de la competencia científica se evalúan a lo largo de las mismas, respecto al aprendizaje de la química?

1.4.- ¿Existe relación entre contenido temático, tipo de pregunta y aspectos del aprendizaje evaluados? En caso afirmativo, ¿qué tipo de relaciones se establecen?

1.5.- ¿Se aprecia algún tipo de evolución a lo largo de los años en cada uno de estos aspectos considerados?

3.2.2.- Objeto de análisis y enfoque de la investigación

El objeto de estudio en este caso viene delimitado por el perfil de preguntas formuladas en la PAU en la materia de Química en Andalucía. Concretamente se caracterizan todas y cada una de la preguntas planteadas en las doce ediciones de Selectividad que van desde 2002 hasta 2013 incluido, abarcando los exámenes de las convocatorias tanto de junio como las de septiembre, con sus opciones A y B. Ello supone un total de 288 preguntas de selectividad. También se ha incluido en el análisis un número idéntico de preguntas planteadas en las pruebas de reserva, elegidas de forma aleatoria mediante un procedimiento estratificado. La muestra total resultante fue de 576 preguntas[1].

El estudio realizado es de tipo descriptivo y combina procedimientos cualitativos y cuantitativos de análisis de datos. Se lleva a cabo un análisis de contenido de las pruebas, caracterizando cada pregunta según distintos sistemas de categorías elaborados previamente. A partir de ahí, se procede a estudiar cuantitativamente, mediante un análisis de frecuencias, la casuística de cada categoría encontrada para cada dimensión, así como a realizar cruces de categorías dentro y entre las distintas dimensiones consideradas al objeto de obtener patrones de combinaciones frecuentes. Dicha cuantificación permite además realizar un estudio evolutivo con el

[1] En el Anexo I, presentado al final de esta memoria, se ofrece un ejemplo de prueba PAU de Química planteada en Andalucía. En el Apéndice I incluido en el CD que acompaña a la memoria, se incluye la totalidad de pruebas analizadas y la clasificación de cada una de las preguntas.

tiempo de la naturaleza de estas pruebas, comprobando si se han ido incorporando o no, y en qué medida, cambios con el tiempo.

3.2.3.- Sistema de análisis

Al objeto de ofrecer una denominación para cada pregunta, que facilite su identificación y posterior análisis estadístico, hemos definido un código compuesto de letras y dígitos, según la siguiente clave. Los dos primeros dígitos corresponden al año de realización del examen; por ejemplo 03 se correspondería con el año 2003. A continuación se asigna la letra J o S, en función de si la pregunta se corresponde con la convocatoria de junio o la de septiembre. Dicha letra viene sucedida por la letra A o B, para indicar en qué opción (A o B) del examen está incluida. El último dígito corresponde al número de la pregunta: 1 al 6.

Veamos algunos ejemplos:

- La clave 02JA6 corresponde a la sexta pregunta de la opción A de la convocatoria de junio del año 2002.
- 05JB5 corresponde a la quinta pregunta de la opción B de la convocatoria de junio del año 2005.
- 08SA1 corresponde a la primera pregunta de la opción A de la convocatoria de septiembre del año 2008.
- 11SB3 corresponde a la tercera pregunta de la opción B de la convocatoria de septiembre del año 2011.

En el caso de las preguntas de los exámenes de reserva, los dos primeros dígitos corresponden al año de realización del examen, por ejemplo 12 se correspondería con el año 2012. A continuación se asigna la letra R al tratarse de exámenes de reserva, seguida de un número del 1 al 4 según el número del examen de reserva que corresponda. La siguiente letra designa la opción, es decir, A o B y el último dígito corresponde al número de la pregunta: 1 al 6. Por ejemplo: 04R3B2 es la segunda pregunta de la opción B del tercer examen de reserva del año 2004.

Para la clasificación de las preguntas hemos establecido tres tipos de criterios o dimensiones diferentes: contenidos temáticos abordados; tipos de preguntas

propuestas; y faceta que se evalúa en cada una de ellas desde un punto de vista de la competencia científica. Para cada dimensión, elaboramos un sistema de categorías que nos permitió caracterizar la naturaleza de cada pregunta según esos criterios. Dado que la mayoría de preguntas contenían varios apartados, y dentro de cada uno podrían evaluarse contenidos temáticos de diversa procedencia, en un gran número de ocasiones fue necesario asignar varias categorías simultáneamente para cada pregunta dentro de un mismo criterio. Por otro lado, muchas de las categorías inicialmente contempladas no tuvieron representación entre las preguntas analizadas. No obstante, esas categorías fueron conservadas precisamente al objeto de detectar carencias y lagunas a través del proceso de evaluación.

3.2.3.1.- Dimensión Temática

Al objeto de clasificar las preguntas desde el punto de vista de la temática curricular abordada, adoptamos como referencia los temas del programa oficial de bachillerato según la normativa vigente a lo largo de esos años.

Para ello empleamos el siguiente código, primero una letra T mayúscula y, a continuación, un número.

T0 Estequiometría.

T1 Aproximación al trabajo científico, ciencia, tecnología y sociedad.

T2 Estructura atómica y clasificación periódica de los elementos.

T3 Enlace químico y propiedades de las sustancias.

T4 Energía de las reacciones químicas, espontaneidad.

T5 Cinética Química.

T6 Equilibrio químico.

T7 Ácidos y bases.

T8 Introducción a la electroquímica.

T9 Estudio de algunas funciones orgánicas.

T10 Formulación inorgánica y orgánica.

A continuación aportamos ejemplos de preguntas correspondientes a cada una de esas categorías. Como veremos en la fase de presentación de resultados, la categoría T1 no está presente en ninguna de las preguntas de las que consta la muestra. No obstante al objeto de ilustrar el significado de esta categoría, y de mostrar que sería posible plantear preguntas sobre este tema, hemos incluido algunos ejemplos posibles de ella en el Anexo II.

Ejemplo T0: 02JB2

"En 0'5 moles de CO_2, calcule:

a) El número de moléculas de CO_2.

b) La masa de CO_2.

c) El número total de átomos.

Datos: masas atómicas: C = 12; O = 16".

Ejemplo T2: 02SB2

"Razona si las siguientes configuraciones electrónicas son posibles en un estado fundamental o en un estado excitado:

a) $1s^2\ 2s^2\ 2p^4\ 3s^1$.

b) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$.

c) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 2d^{10}\ 3s^2$ ".

Ejemplo T3: 03JB3

"Justifica las siguientes afirmaciones:

a) A 25ºC y 1 atm, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno es un gas.

b) El etanol es soluble en agua y el etano no lo es.

c) En condiciones normales el flúor y el cloro son gases, el bromo es líquido y el yodo sólido".

Ejemplo T4: 06JB3

"Justifique la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

a) Toda reacción exotérmica es espontánea.

b) En toda reacción química espontánea, la variación de entropía es positiva.

c) En el cambio de estado H_2O (l) → H_2O (g) se produce un aumento de entropía".

Ejemplo T5: 04JB3

"Se ha comprobado experimentalmente que la reacción 2 A + B → C es de primer orden respecto al reactivo A y de primer orden respecto al reactivo B,

a) Escriba la ecuación de velocidad.

b) ¿Cuál es el orden total de la reacción?

c) ¿Qué factores pueden modificar la velocidad de la reacción?".

Ejemplo T6: 05SA3

"Dado el siguiente sistema en equilibrio: SO_2 (g) + ½ O_2 (g) ↔ SO_3 (g) ΔH = -197'6 KJ

a) Explique tres formas de favorecer la formación de SO_3 (g).

b) Deduzca la relación entre las constantes K_c y K_p, para esta reacción".

Ejemplo T7: 06JA4

"Utilizando la teoría de Brönsted-Lowry, justifique el carácter ácido, básico o neutro de las disoluciones acuosas de las siguientes especies:

a) CO_3^{2-}

b) Cl^-

c) NH_4^+".

Ejemplo T8: 10SB3

"a) Justifique si los siguientes procesos son redox:

$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$

$I_2 + HNO_3 \rightarrow HIO_3 + NO + H_2O$

b) Escriba las semiecuaciones de oxidación y de reducción en el que corresponda".

Ejemplo T9: 11JA4

"Dada la siguiente transformación química: $HC{\equiv}CCH_2CH_3$ + x A → B

Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Cuando x = 2 y A = Cl_2 el producto B presenta isomería geométrica.

b) Cuando x = 1 y A = H_2 el producto B presenta isomería geométrica.

c) Cuando x = 1 y A = Br_2 el producto B presenta isomería geométrica".

Ejemplo T10: 12JA1

"Formule o nombre los siguientes compuestos: a) Bromato de aluminio b) Tetrahidruro de silicio c) Penta-1,3-dieno d) KH_2PO_4 e) CaO f) CH_3CHO".

No siempre las preguntas involucraban un único y solo tema, ya que encontramos bastantes de ellas en las que concurrían dos temas distintos. En estos casos, la pregunta ha sido asignada a las dos categorías correspondientes. A continuación presentamos algunos ejemplos de tal circunstancia.

Ejemplo T2, T3: 13SB2

"La configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ corresponde a un ión A^{2+}. Justifique:

a) El número atómico y el periodo al que pertenece el átomo A.

b) El número de electrones de valencia que posee A.

c) ¿Qué tipo de enlace formará el elemento A con un elemento X cuya configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^5$? Razone cuál será la fórmula del compuesto formado por X y A".

Ejemplo T9, T3: 07JB4

"Para los siguientes compuestos: CH_3CH_3, $CH_2=CH_2$ y CH_3CH_2OH

a) Indique cuál o cuáles son hidrocarburos.

b) Razone cuál será más soluble en agua.

c) Explique cuál sería el compuesto con mayor punto de ebullición".

Ejemplo T4, T0: 09JA6

"Calcule:

a) La entalpía de combustión estándar del octano líquido, sabiendo que se forman CO_2 y H_2O gaseosos.

b) La energía que necesita un automóvil por cada kilómetro si consume 5 L de octano por cada 100 km.

Datos: ΔH^o_f [H_2O (g)] = -241'8 KJ/mol, ΔH^o_f [CO_2 (g)] = -393'5 KJ/mol, ΔH^o_f [C_8H_{18} (l)] = -250'0 KJ/mol

Densidad del octano líquido = 0'8 kg/L. Masas atómicas: C = 12; H = 1".

Ejemplo T6, T0: 09SB5

"El CO_2 reacciona con el H_2S a altas temperaturas según:

$$CO_2\ (g) + H_2S\ (g) \leftrightarrow COS\ (g) + H_2O\ (g)$$

Se introducen 4'4 g de CO_2 en un recipiente de 2'5 litros, a 337 ºC, y una cantidad suficiente de H_2S para que, una vez alcanzado el equilibrio, la presión total sea 10 atm. En la mezcla en equilibrio hay 0'01 mol de agua. Calcule:

a) El número de moles de cada una de las especies en equilibrio.

b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

Datos: Masas atómicas: C = 12; O = 16. R = 0'082 atm · L · K^{-1}· mol^{-1} ".

Ejemplo T7, T0: 08SB5

"Se prepara una disolución tomando 10 mL de una disolución de ácido sulfúrico del 24% de riqueza en peso y densidad 1'17 g/mL, y añadiendo agua destilada hasta un volumen de 100 mL. Calcule:

a) El pH de la disolución diluida.

b) El volumen de la disolución preparada que se necesita para neutralizar 10 mL de disolución de KOH de densidad 1'05 g/mL y 15% de riqueza en peso.

Masas atómicas: K = 39; S = 32; O = 16; H = 1".

Ejemplo T9, T0: 02JA4

"Complete las siguientes reacciones y ajuste la que corresponda a una combustión:

a) $CH_3CH{=}CHCH_3 + H_2 \rightarrow$

b) $CH_3CH_3 + O_2 \rightarrow$

c) $CH_4 + Cl_2 \rightarrow (hv)$ ".

3.2.3.2.- Tipo de preguntas

Al objeto emplear una tipología que sirva para caracterizar las preguntas de la PAU desde la perspectiva del tipo de respuesta buscada, utilizamos el sistema de categorías elaborado por Smith et al. (2010). Los códigos asignados conservan la nomenclatura propuesta por los mencionados autores para describir con acrónimos los nombres de las distintas subcategorías. El hecho de que éstas, originalmente se expresaran en

lengua inglesa, hace que dichos acrónimos no coincidan en algunas ocasiones con los nombres de las subcategorías en español. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1.- Sistema de categorías según el tipo de preguntas.

Categorías	Códigos	Subcategorías
DEFINICIÓN **(D)**	*D-RUA*	*Recordar, comprender o aplicar una definición.*
	D-R	*Reconocer una definición.*
ALGORÍTMICA **(A)**	*A-MaMi*	*Conversiones Macroscópicas-Microscópicas* Se tratan de ejercicios que implican pasar cantidades del campo macroscópico (gramos, volumen, presión…) al microscópico (moles, átomos, moléculas…) o viceversa. Por ejemplo: a) Pasar de gramos a moles, de moles a moléculas, de moléculas a átomos, o viceversa. b) Calcular molaridad.
	A-MaD	*Análisis Dimensional-Macroscópico* Se tratan de cálculos de medidas y unidades con magnitudes macroscópicas como por ejemplo emplear la ecuación de gases ideales PV = nRT o la fórmula del cálculo de la densidad.
	A-MIS	*Conversiones Microscópico-Simbólicas* Se tratan de conversiones estequiométricas a partir de fórmulas y/o ecuaciones químicas como por ejemplo en el cálculo del peso molecular. Requieren una relación estequiométrica.
	A-Mu	*Multietapa* Ejercicios y problemas que se han de resolver a través de varias etapas. Si se clasifica a la pregunta con al menos dos de los ítems anteriores, consideramos que ya es multietapa.
CONCEPTUAL **(C)**	*C-E*	*Explicación de ideas subyacentes* Preguntas sobre datos y fenómenos químicos que han de ser explicados.
	C-P	*Análisis de representaciones pictóricas de símbolos y ecuaciones* Se trata de traducir el lenguaje simbólico a diagramas de puntos o círculos para representar átomos y moléculas, o viceversa.
	C-I	*Análisis/ Interpretación de datos* Se aporta información en forma de tablas, gráficos o datos cualitativos que han de ser interpretados.
	C-O	*Predicción de resultados* Se presenta una situación sobre la que se demanda hacer una predicción o previsión de resultados.

Veamos a continuación algunos ejemplos de preguntas asignadas a cada una de estas categorías, limitándonos a detallar en cada caso solo los apartados que se ajustan a la misma. Para ello se dejarán en un tono gris claro aquellos otros apartados que, aun formando parte de la pregunta en sí, no correspondan a la categoría indicada.

DEFINICIÓN (D)

- ***D-RUA*** *Recordar, comprender o aplicar una definición.*

  Ejemplo: 04JB4

  "Defina los siguientes conceptos y ponga un ejemplo de cada uno de ellos:

  a) Isomería de función.

  b) Isomería de posición.

  c) Isomería óptica".

Se trata de una pregunta D-RUA pues en el propio enunciado se especifica que se defina una serie de conceptos.

Otras preguntas pertenecientes a esta categoría serían las siguientes:

Ejemplo: 04SA2

"Considere la serie de elementos: Li, Na, K, Rb y Cs.

a) Defina Energía de ionización.

b) Indique cómo varía la Energía de Ionización en la serie de los elementos citados.

c) Explique cuál es el factor determinante de esta variación".

Ejemplo: 05SA4

"a) Defina carbono asimétrico.

b) Señale el carbono asimétrico, si lo hubiere, en los siguientes compuestos: $CH_3CHOHCOOH$, $CH_3CH_2NH_2$, $CH_2=CClCH_2CH_3$, $CH_3CHBrCH_2CH_3$".

- ***D-R*** *Reconocer una definición.*

La categoría D-R no aparece en la muestra consultada. En el anexo II aparecerán ejemplos propuestos de posibles preguntas de este tipo.

ALGORÍTMICA (A)

- ***A-MaMi*** *Conversiones Macroscópicas-Microscópicas*

  Ejemplo: 05JA4

  "Calcule el número de átomos contenidos en:

  a) 10 g de agua.

  b) 0'2 moles de C_4H_{10}.

  c) 10 L de oxígeno en condiciones normales.

  Masas atómicas: H = 1; O = 16".

En el apartado a) de esta pregunta, el alumno/a ha de calcular el número de átomos, presentes en una cantidad de gramos, por tanto debe pasar una cantidad del dominio macroscópico (gramos) al microscópico (átomos).

El apartado c, por su parte, también corresponde a esta categoría, pues se ha de transformar un volumen en litros (campo macroscópico) a número de moles (campo microscópico) y posteriormente a número de átomos.

Otras preguntas pertenecientes a esta categoría serían las siguientes:

Ejemplo: 08JB2

"Un recipiente de 1 litro de capacidad se encuentra lleno de gas amoniaco a 27ºC y 0'1 atmósferas. Calcule:

a) La masa de amoniaco presente.

b) El número de moléculas de amoniaco en el recipiente.

c) El número de átomos de hidrógeno y nitrógeno que contiene.

Datos: R = 0'082 atm· L· K^{-1}· mol^{-1}. Masas atómicas: N = 14; H = 1".

Ejemplo: 08SA4

"Se tienen 8'5 g de amoniaco y se eliminan 1'5 ·10^{23} moléculas.

a) ¿Cuántas moléculas de amoniaco quedan?

b) ¿Cuántos gramos de amoniaco quedan?

c) ¿Cuántos moles de átomos de hidrógeno quedan?

Masas atómicas: N = 14; H = 1".

- ***A-MaD*** *Análisis Dimensional-Macroscópico*

  Ejemplo: 06JA5

  "El ácido sulfúrico reacciona con cloruro de bario según la reacción:

  $$H_2SO_4\ (ac) + BaCl_2\ (ac) \rightarrow BaSO_4\ (s) + 2\ HCl\ (ac)$$

  Calcule:

  a) El volumen de una disolución de ácido sulfúrico, de densidad 1'84 g/ml y 96% en peso de riqueza, necesario para que reaccionen totalmente 21'6 g de cloruro de bario.

  b) La masa de sulfato de bario que se obtendrá.

  Masas atómicas: H = 1; S = 32; O = 16; Ba = 137'4; Cl = 35'5".

Con independencia de los primeros cálculos estequiométricos que ha de realizar el alumno, finalmente debe calcular la masa de la disolución y, con el dato de densidad, calcular el volumen solicitado en el ejercicio. Con ello, pues, se está solicitando una transformación entre magnitudes macroscópicas.

Otras preguntas pertenecientes a esta categoría serían las siguientes:

Ejemplo: 06SA5

"La siguiente reacción tiene lugar en medio ácido:

$$Cr_2O_7^{2-} + C_2O_4^{2-} \rightarrow Cr^{3+} + CO_2$$

a) Ajuste por el método del ion-electrón esta reacción en su forma iónica.

b) Calcule el volumen de CO_2, medido a 700 mm de Hg y 30ºC que se obtendrá cuando reaccionan 25'8 mL de una disolución de $K_2Cr_2O_7$ 0'02 M con exceso de ion $C_2O_4^{2-}$.

Dato: R = 0'082 atm· L · K^{-1}· mol^{-1}".

Ejemplo: 08JB2

"Un recipiente de 1 litro de capacidad se encuentra lleno de gas amoniaco a 27 ºC y 0'1 atmósferas. Calcule:

a) La masa de amoniaco presente.

b) El número de moléculas de amoniaco en el recipiente.

c) El número de átomos de hidrógeno y nitrógeno que contiene.

Datos: R = 0'082 atm ·L · K^{-1} ·mol^{-1}. Masas atómicas: N = 14; H = 1".

- ***A-MIS*** *Conversiones Microscópico-Simbólicas*

  Ejemplo: 09JA5

  "El ácido sulfúrico concentrado reacciona con el bromuro de potasio según la reacción:

  $$H_2SO_4 + KBr \rightarrow K_2SO_4 + Br_2 + SO_2 + H_2O$$

  a) Ajústela por el método del ion-electrón y escriba las dos semiecuaciones redox.

  b) Calcule el volumen de bromo líquido (densidad 2'92 g/mL) que se obtendrá al tratar 90'1 g de bromuro de potasio con suficiente cantidad de ácido sulfúrico.

  Masas atómicas: Br = 80; K = 39".

Para resolver el apartado b de este ejercicio, una vez que el alumno/a calcule el número de moles de bromuro de potasio, siguiendo las proporciones que marcan la estequiometría de la reacción, obtendrá el número de moles de bromo líquido para continuar calculando lo que se pide en el ejercicio. Al utilizar conversiones estequiométricas a partir de fórmulas y de una ecuación química, podemos encuadrar esta pregunta en esta categoría.

Como puede comprobarse, al mismo grupo responden las dos preguntas que se citan a continuación:

Ejemplo: 11JA6

"En disolución acuosa el ácido sulfúrico reacciona con cloruro de bario precipitando totalmente sulfato de bario y obteniéndose además ácido clorhídrico. Calcule:

a) El volumen de una disolución de ácido sulfúrico de 1'84 g/mL de densidad y 96% de riqueza en masa, necesario para que reaccionen totalmente 21'6 g de cloruro de bario.

b) La masa de sulfato de bario que se obtendrá.

Masas atómicas: H = 1; O = 16; S = 32; Ba = 137'4; Cl = 35'5".

Ejemplo: 12JA3

"En un vaso de agua se pone cierta cantidad de una sal poco soluble, de fórmula general AB_3, y no se disuelve completamente. El producto de solubilidad de la sal es K_s:

a) Deduzca la expresión que relaciona la concentración molar de A^{3+} con el producto de solubilidad de la sal.

b) Si se añade una cantidad de sal muy soluble CB_2. Indique, razonadamente, la variación que se produce en la solubilidad de la sal AB_3.

c) Si B es el ion OH^- ¿Cómo influye la disminución del pH en la solubilidad del compuesto?".

- ***A-Mu*** *Multietapa*

Ejemplo: 07JB6

"En un recipiente de 1 litro de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 6 g de PCl_5. Se calienta a 250 ºC y se establece el siguiente equilibrio:

$$PCl_5\ (g) \leftrightarrow PCl_3\ (g) + Cl_2(g)$$

Si la presión total en el equilibrio es 2 atmósferas, calcule:

a) El grado de disociación del PCl_5.

b) El valor de la constante Kp a esa temperatura.

Datos: R = 0'082 $atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$. Masas atómicas: P = 31; Cl =35'5".

Este ejercicio o problema requiere que el alumno/a lo resuelva en varias etapas.

Se integraría en la categoría A-MaMi porque hay que convertir los gramos en moles y luego los moles en concentración inicial de PCl_5. En la categoría A-MaD porque hay que utilizar la ecuación PV = nRT para calcular moles totales o $P_{total} = []_{total} \cdot R \cdot T$, para calcular concentración total. Y A-MIS porque requiere calcular las concentraciones que reaccionan por estequiometría y luego calcular las concentraciones en el equilibrio. Por tanto, se trata de una pregunta de tipo Multietapa (A-Mu).

Otros dos ejemplos que corresponden a esta misma categoría son los siguientes:

Ejemplo: 08JA5

"La tostación de la pirita se produce según:

$4\ FeS_2\ (s) + 11\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3\ (s) + 8\ SO_2\ (g)$ Calcule:

a) La entalpía de reacción estándar.

b) La cantidad de calor, a presión constante, desprendida en la combustión de 25 g de pirita del 90% de riqueza en peso.

Datos: Masas atómicas: Fe = 55'8; S = 32.

$\Delta H^o_f\ [FeS_2\ (s)] = -177'5$ kJ/mol, $\Delta H^o_f\ [Fe_2O_3\ (s)] = -822'2$ kJ/mol,

$\Delta H^o_f\ [SO_2\ (g)] = -296'8$ kJ/mol".

Para calcular la entalpía de la reacción hay que tener en cuenta la estequiometría de la reacción. (A-MIS)

Con los 25 g y % de riqueza se calcularán primero gramos y luego moles. (A-MaMi)

Por tanto, A-Mu.

Ejemplo: 10JA5

"El gas cloro se puede obtener por reacción de ácido clorhídrico con ácido nítrico, produciéndose simultáneamente dióxido de nitrógeno y agua.

a) Ajuste la ecuación iónica y molecular por el método del ión-electrón.

b) Calcule el volumen de cloro obtenido, a 17 ºC y 720 mm de mercurio, cuando reaccionan 100 mL de una disolución de ácido clorhídrico 0'5 M con ácido nítrico en exceso.

Dato: $R = 0'082\ atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$".

Con la molaridad y el volumen en litros se calculan los moles de ácido nítrico (A-MaMi), luego por estequiometría se calculan los moles de cloro (A-MIS). Con PV = nRT se calcula el volumen conocida la temperatura, presión y los moles calculados anteriormente (A-MaD).

CONCEPTUAL (C)

- ***C-E*** *Explicación de ideas subyacentes*

Ejemplo: 04JA3

"De las siguientes especies químicas: H_3O^+; HCO_3^-; CO_3^{2-}; H_2O; NH_3; NH_4^+, explique según la teoría de Brönsted-Lowry:

a) Cuáles pueden actuar sólo como ácido.

b) Cuáles sólo como base.

c) Cuáles como ácido y como base".

En esta pregunta el alumno/a debe desarrollar una explicación, tal como se indica en el enunciado.

Del mismo tipo serían las dos preguntas siguientes:

> **Ejemplo:** 06JB2
>
> "Dadas las configuraciones electrónicas:
>
> A: $1s^2 3s^1$; B: $1s^2 2s^3$; C: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; D: $1s^2 2s^2 2p^2_x 2p^0_y 2p^0_z$
>
> Indique razonadamente:
>
> a) La que no cumple el principio de exclusión de Pauli.
>
> b) La que no cumple el principio de máxima multiplicidad de Hund.
>
> c) La que, siendo permitida, contiene electrones desapareados".

> **Ejemplo:** 13SA2
>
> "Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones:
>
> a) ¿Por qué el momento dipolar del hidruro de berilio es nulo y el del sulfuro de hidrógeno no lo es?
>
> b) ¿Es lo mismo "enlace covalente polar" que "enlace covalente dativo o coordinado"?
>
> c) ¿Por qué es más soluble en agua el etanol que el etano?".

- ***C-P*** *Análisis de representaciones pictóricas de símbolos y ecuaciones*

> **Ejemplo:** 05JB4
>
> "a) Escriba las estructuras de los isómeros de posición del n-pentanol ($C_5H_{11}OH$).
>
> b) Represente tres isómeros de fórmula molecular C_8H_{18}".

Para escribir las estructuras de los isómeros de un compuesto orgánico dado, el alumno/a debe representar la fórmula semidesarrollada en cada caso, por tanto entra dentro de esta categoría.

Las preguntas que aparecen a continuación también pertenecen a esta categoría:

> **Ejemplo:** 07SA2
>
> "a) Represente la estructura de la molécula de agua mediante el diagrama de Lewis.

b) Deduzca la geometría de la molécula de agua mediante la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

c) ¿Por qué a temperatura ambiente el agua es líquida mientras que el sulfuro de hidrógeno, de mayor masa molecular, es gaseoso?".

Ejemplo: 10JA2

"Supongamos que los sólidos cristalinos NaF, KF y LiF cristalizan en el mismo tipo de red.

a) Escriba el ciclo de Born-Haber para el NaF.

b) Razone cómo varía la energía reticular de las sales mencionadas.

c) Razone cómo varían las temperaturas de fusión de las citadas sales".

Ejemplo: 12SB3

"En una reacción endotérmica:

a) Dibuje el diagrama entálpico de la reacción.

b) ¿Cuál es mayor, la energía de activación directa o la inversa?

c) ¿Cómo afectará al diagrama anterior la adición de un catalizador?".

- ***C-I*** *Análisis/ Interpretación de datos*

Ejemplo: 04JA2

"La configuración electrónica de un átomo excitado de un elemento es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 5s^1$. Razone cuáles de las afirmaciones siguientes son correctas y cuáles falsas para ese elemento:

a) Pertenece al grupo de los alcalinos.

b) Pertenece al periodo 5 del sistema periódico.

c) Tiene carácter metálico".

El alumno/a debe interpretar la información que le proporciona la configuración electrónica dada para razonar las afirmaciones que aparecen en los distintos apartados.

Las dos preguntas siguientes también pertenecen a esta misma categoría:

Ejemplo: 09SA2

"El ión positivo de un elemento M tiene de configuración electrónica:

M^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 p^6 d^4$

a) ¿Cuál es el número atómico de M?

b) ¿Cuál es la configuración de su ión M^{3+} expresada en función del gas noble que le antecede?

c) ¿Qué números cuánticos corresponderían a un electrón 3d de este elemento?".

Ejemplo: 11JB3

"En la tabla siguiente se indican los potenciales estándar de distintos pares en disolución acuosa:

Fe^{2+}/Fe= -0'44 V	Cu^{2+}/Cu= 0'34 V	Ag^{+}/Ag= 0'80 V	Pb^{2+}/Pb= 0'14 V	Mg^{2+}/Mg= -2'34 V

a) De estas especies, razone: ¿Cuál es la más oxidante? ¿Cuál es la más reductora?

b) Si se introduce una barra de plomo en una disolución acuosa de cada una de las siguientes sales: $AgNO_3$, $CuSO_4$, $FeSO_4$ y $MgCl_2$, ¿en qué casos se depositará una capa de otro metal sobre la barra de plomo? Justifique la respuesta".

- ***C-O*** *Predicción de resultados*

Ejemplo: 03SA3

"Dados los equilibrios:

$3\ F_2\ (g) + Cl_2\ (g) \leftrightarrow 2\ ClF_3\ (g)$;

$H_2\ (g) + Cl_2\ (g) \leftrightarrow 2\ HCl\ (g)$; $2\ NOCl\ (g) \leftrightarrow 2\ NO\ (g) + Cl_2\ (g)$

a) Indica cuál de ellos no se afectará por un cambio de volumen, a temperatura constante.

b) ¿Cómo afectará a cada equilibrio un incremento en el número de moles de Cl_2?

c) ¿Cómo influirá en los equilibrios un aumento de presión en los mismos?".

El alumno/a debe predecir el resultado basándose en el principio de L'Chatelier.

Del mismo tipo serían las tres preguntas siguientes:

Ejemplo: 05SB4

"Razone y, en su caso, ponga un ejemplo si al disolver una sal en agua se puede obtener:

a) Una disolución de pH básico.

b) Una disolución de pH ácido".

Ejemplo: 09SA4

"Dado 1 mol de $HC\equiv C\text{-}CH_2\text{-}CH_3$, escriba el producto principal que se obtiene en la reacción con:

a) Un mol de H_2

b) Dos moles de Br_2

c) Un mol de HCl".

Ejemplo: 10SB4

"Justifique, mediante las reacciones correspondientes:

a) Qué le ocurre al equilibrio de hidrólisis que experimenta el NH_4Cl en disolución acuosa, cuando se añade NH_3.

b) El comportamiento anfótero del HCO_3^- en disolución acuosa.

c) El carácter ácido o básico del NH_3 y del SO_3^{2-} en disolución acuosa".

3.2.3.3.- Aspectos o facetas de la competencia científica que se evalúan

En esta dimensión se contemplan las facetas de la competencia científica que se ven involucradas en la resolución de la tarea propuesta, entendiendo que una misma pregunta, e incluso un mismo apartado de la misma, podría demandar varias de ellas. Se ha partido de la taxonomía desarrollada por Blanco et al. (2012, 2015), concretamente del conjunto de aspectos claves que han propuesto para caracterizar una competencia científica concebida para la ciudadanía. De ellas se seleccionaron aquellas más vinculadas al aprendizaje de la química y otras se adaptaron a dicha materia, dado que en principio la mencionada taxonomía estaba orientada al aprendizaje de las ciencias en general. Además, el listado desarrollado fue ampliado con nuevos aspectos orientados a un nivel superior como el que corresponde al ingreso en la universidad, para lo que nos apoyamos en un estudio previo anterior en el que intentamos adaptar esa taxonomía a la elaboración de pruebas de nivel del alumnado que ingresa en el título de Ciencias Químicas (Gil-Montero et al., 2012). Finalmente, el conjunto de aspectos seleccionados fue subdividido en tres grandes categorías, relacionadas con "Saber química", "Hacer/trabajar en química" y

"Actitudes/valores en química". El resultado del sistema de categorías desarrollado se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.- Sistema de categoría empleado para caracterizar las preguntas de acuerdo a aspectos evaluados de la competencia científica.

Categorías	Códigos	Subcategorías
SQ (Saber química)	SQ1	Conocimientos de los conceptos, leyes y teorías principales de la Química.
	SQ2	Conocer los tres ámbitos esenciales de representación en química: el macroscópico, el nanoscópico y el simbólico; así como las conexiones entre ellos. Ecuación química, dibujo molecular. Lenguaje simbólico: fórmula, ecuación matemática como por ejemplo la ecuación de velocidad, configuración electrónica, símbolos de elementos…
	SQ3	Retención de información necesaria para el pensamiento químico. De memoria. Símbolos, valencias, números de oxidación, tabla periódica, el valor del producto iónico del agua, condiciones normales, número de Avogadro, pH = 7 neutro, pH < 7 ácido, pH > 7 básico, polaridad ánodo y cátodo, ΔG < 0 espontaneidad, unidad de la velocidad, cambio de unidades (mm de Hg a atm, º C a K).
	SQ4	Conocimiento del material básico de laboratorio y de su utilidad.
HTQ (Hacer/trabajar en química)	HTQ1	Observar, analizar situaciones y plantear problemas en términos de los conocimientos de química de los que se dispone.
	HTQ2	Realizar cálculos y aplicaciones directas de los conocimientos de química de los que se dispone. De aplicación directa (1 paso).
	HTQ3	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis explicativas sobre problemas planteados, susceptibles de ser contrastados de forma experimental. Si pide el enunciado la predicción o hipótesis como por ejemplo en ejercicios donde se aplica el Principio de L'Chatelier.
	HTQ4	Concebir estrategias de resolución de problemas ante situaciones de la vida diaria.
	HTQ5	Ser capaz de diseñar experiencias y experimentos dirigidos a ahondar en el conocimiento y someter a prueba las hipótesis manejadas.
	HTQ6	Capacidad de razonamiento, análisis interpretación y argumentación en torno a fenómenos y a conocimientos científicos. Razonamiento o argumento complejo. Al menos dos pasos, 2 factores a tener en cuenta. En hidrólisis de sales, propiedades periódicas…
	HTQ7	Manejar distintos tipos de representaciones químicas (macroscópico, nanoscópico y simbólico), siendo capaz de "saltar" coherentemente de unas a otras. Por ejemplo presente en la Teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.
	HTQ8	Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información.
	HTQ9	Competencia digital en el trabajo y en el aprendizaje en química.
	HTQ10	Uso de herramientas matemáticas necesarias para la comprensión de la química y la resolución de problemas. Preguntas que para su resolución el alumno deba emplear una ecuación de 2º grado, despejar con mayor dificultad, pH, %.
	HTQ11	Manejo adecuado del material básico de laboratorio.
	HTQ12	Capacidad para realizar estimaciones y aproximaciones.

Continuación Tabla 3.2.- Sistema de categoría empleado para caracterizar las preguntas de acuerdo a aspectos evaluados de la competencia científica.

Categorías	Códigos	Subcategorías
AVQ (actitudes y valores en química)	AVQ1	Actitud de curiosidad y espíritu crítico.
	AVQ2	Valoración de la utilidad e importancia de la química para nuestras vidas y en el mundo actual.
	AVQ3	Valorar la naturaleza empírica de los hechos en química y la naturaleza racional de sus teorías.
	AVQ4	Conceptualizar el conocimiento en química como algo provisional, que puede cambiar y evolucionar con el tiempo.
	AVQ5	Concebir y aceptar el carácter limitado y aproximativo del conocimiento científico (el de la química en particular), y no como verdades absolutas.
	AVQ6	Valorar el rigor y la precisión como ingredientes importantes dentro de la química.
	AVQ7	Concebir la química como una actividad colectiva dentro de la comunidad científica, más como fruto de la labor de químicos aislados.
	AVQ8	Valorar los riesgos del trabajo de laboratorio y conocer y poner en práctica las normas básicas de seguridad.
	AVQ9	Comprender y ser capaz de establecer relaciones dentro del polinomio "Química-Tecnología-Sociedad".
	AVQ10	Valores y actitudes responsables, y acciones que contribuyan a un futuro sostenible.

Veamos ejemplos de cada una de las categorías, según lo encontrado en las preguntas de las PAU analizadas.

"SABER QUÍMICA"

- ***SQ1***

Presente en todas las preguntas salvo en las de formulación química.

El alumno/a maneja para la resolución de la misma, conceptos, leyes y teorías fundamentales de la química.

- ***SQ2***

Presente en prácticamente casi todas las preguntas estudiadas.

El alumno/a debe conocer los tres ámbitos esenciales en la representación en química, esto es, el dominio macroscópico, nanóscopico y simbólico, así como las conexiones entre ellos. Podemos observar en estas preguntas una ecuación química, una fórmula, ecuación matemática como la expresión de la ecuación de velocidad de reacción, una configuración electrónica, símbolos de elementos químicos, etc.

- ***SQ3***

  Ejemplo: 08SB3

  "A una hipotética reacción química, A + B → C, le corresponde la siguiente ecuación de velocidad: v = k [A] · [B]. Indique:

  a) El orden de la reacción respecto de A.

  b) El orden total de la reacción.

  c) Las unidades de la constante de la velocidad".

Para obtener las unidades de la constante de la velocidad, el alumno debe memorizar las unidades de la velocidad de una reacción.

Otros ejemplos de preguntas clasificadas en esta categoría son las siguientes:

Ejemplo: 09SB2

"Un cilindro contiene 0'13 g de etano, calcule:

a) El número de moles de etano.

b) El número de moléculas de etano.

c) El número de átomos de carbono.

Masas atómicas: C = 12; H = 1".

Para calcular el número de moléculas el alumno debe memorizar el número de Avogadro.

Ejemplo: 12SA4

"Un litro de CO_2 se encuentra en condiciones normales. Calcula:

a) El número de moles que contiene.

b) El número de moléculas de CO_2 presentes.

c) La masa en gramos de una molécula de CO_2.

Masas atómicas: C = 12; O = 16".

Además del número de Avogadro, el alumno debe memorizar que 1 mol ocupa un volumen de 22,4 litros en C.N., o bien si quiere resolver el ejercicio utilizando la ecuación de gases ideales debe memorizar que en condiciones normales T = 0ºC = 273 K y P = 1 atm.

- ***SQ4***

Ejemplo: 07SB4

"a) Justifique, mediante la teoría de Brönsted-Lowry, el carácter ácido, básico o neutro que presentarán las disoluciones acuosas de las siguientes especies: NH_3, CO_3^{2-} y HNO_2.

b) Describa el procedimiento y el material necesario para llevar a cabo la valoración de una disolución acuosa de HCl con otra de NaOH".

El alumno/a tiene que describir el material de laboratorio que usaría para hacer la práctica experimental, en este caso una valoración ácido-base.

Las dos siguientes preguntas son del mismo tipo.

Ejemplo: 08JB4

"a) ¿Qué volumen de disolución de NaOH 0'1 M se necesitaría para neutralizar 10 mL de disolución acuosa de HCl 0'2M?

b) ¿Cuál es el pH en el punto de equivalencia?

c) Describa el procedimiento experimental y nombre el material necesario para llevar a cabo la valoración".

Ejemplo: 05R1B4

" a) Escriba la reacción de neutralización entre $Ca(OH)_2$ y HCl.

b) ¿Qué volumen de una disolución 0'2 M de $Ca(OH)_2$ se necesitará para neutralizar 50 mL de una disolución 0'1 M de HCl?

c) Describa el procedimiento e indique el material necesario para llevar a cabo la valoración anterior".

"HACER/TRABAJAR EN QUÍMICA"

- ***HTQ1***

No aparecen preguntas con este perfil.

- ***HTQ2***

  Ejemplo: 07SB6

  "Sabiendo que las entalpías de formación estándar del C_2H_5OH (l), CO_2 (g) y H_2O (l) son, respectivamente, -228, -394 y -286 kJ/mol, calcule:

  a) La entalpía de combustión estándar del etanol.
  b) El calor que se desprende, a presión constante, si en condiciones estándar se queman 100 g de etanol.
  Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1".

El alumno/a debe calcular la entalpía de la reacción de combustión a partir de las entalpías de formación de productos y reactivos, después de haber ajustado previamente la reacción de combustión.

Una vez calculado el apartado a), sabrá la energía intercambiada en forma de calor que se desprende por mol, calculará la cantidad de moles en 100 g de etanol y así el calor que pide el enunciado. Son cálculos de aplicación directa de los conocimientos de química, en este caso de termoquímica.

Otros ejemplos de preguntas clasificadas en esta categoría son las siguientes:

Ejemplo: 08JA3

"Teniendo en cuenta los potenciales de reducción estándar de los pares E^o (Ag^+/Ag) = +0'80 V y E^o (Ni^{2+}/Ni) = -0'25 V:
a) ¿Cuál es la fuerza electromotriz, en condiciones estándar, de la pila que se podría construir?
b) Escriba la notación de esa pila y las reacciones que tienen lugar".

Ejemplo: 10JB5

"En un recipiente de 1 litro de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0'1 mol de NO, 0'05 moles de H_2 y 0'1 mol de agua. Se calienta el matraz y se establece el equilibrio:

$$2\ NO\ (g) + 2\ H_2\ (g) \leftrightarrow N_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$$

Sabiendo que cuando se establece el equilibrio la concentración de NO es 0'062 M, calcule:

a) La concentración de todas las especies en el equilibrio.

b) El valor de la constante Kc a esa temperatura".

- ***HTQ3***

Ejemplo: 02JA3

"En un matraz vacío se introducen igual número de moles de H_2 que de N_2, que reaccionan según la ecuación:

$$N_2\,(g) + 3\,H_2\,(g) \leftrightarrow 2\,NH_3\,(g)$$

Justifique si, una vez alcanzado el equilibrio, las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Hay doble número de moles de amoníaco de los que había inicialmente de N_2.

b) La presión parcial de nitrógeno será mayor que la presión parcial de hidrógeno.

c) La presión total será igual a la presión de amoníaco elevada al cuadrado".

Ejemplo: 04SA3

"Para el siguiente sistema en equilibrio: $SnO_2\,(s) + 2\,H_2\,(g) \leftrightarrow 2\,H_2O\,(g) + Sn\,(s)$ el valor de la constante Kp a 900 K es 1'5 y a 1100 K es 10. Razone si para conseguir una mayor producción de estaño deberá:

a) Aumentar la temperatura.

b) Aumentar la presión.

c) Adicionar un catalizador".

Ejemplo: 05SA2

"a) Escriba la configuración electrónica de los elementos A, B y C, cuyos números atómicos son 33, 35 y 37, respectivamente.

b) Indique el grupo y el periodo al que pertenecen.

c) Razone qué elemento tendrá mayor carácter metálico".

- ***HTQ4***

No aparecen preguntas con este perfil.

- ***HTQ5***

No aparecen preguntas con este perfil.

- ***HTQ6***

  Ejemplo: 11JA2

  "a) Escriba las configuraciones electrónicas de los átomos de Na y Mg.
  b) Justifique por qué el valor de la primera energía de ionización es mayor para el magnesio que para el sodio.
  c) Justifique por qué el valor de la segunda energía de ionización es mayor para el átomo de sodio que para el magnesio".

En esta pregunta se espera un razonamiento más complejo por parte del alumno.

A continuación aparecen otras preguntas que corresponden a esta categoría.

Ejemplo: 11JB4

"Al disolver en agua las siguientes sales: KCl, NH_4NO_3 y Na_2CO_3 justifique mediante las reacciones correspondientes qué disolución es:
a) Ácida
b) Básica
c) Neutra".

Ejemplo: 12SA2

"Indica razonadamente:
a) La posición en el sistema periódico y el estado de oxidación más probable de un elemento cuyos electrones de mayor energía poseen la configuración $3s^2$.
b) Si un elemento de configuración electrónica de su capa de valencia $4s^2p^5$ es un metal o un no metal.
c) Por qué en los halógenos la energía de ionización disminuye a medida que aumenta el número atómico del elemento".

- ***HTQ7***

Ejemplo: 04JB2

"En los siguientes compuestos: BCl_3, SiF_4 y $BeCl_2$,

a) Justifique la geometría de estas moléculas mediante la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

b) ¿Qué orbitales híbridos presenta el átomo central?".

Para resolver esta pregunta el alumno debe manejar distintos tipos de representaciones químicas, de las fórmulas que aparecen en el enunciado, debe saber dibujarlas para justificar la geometría y la hibridación del átomo central.

Otras preguntas pertenecientes a esta categoría serían:

Ejemplo: 06SB2

"Dadas las moléculas BF_3 y PF_3:

a) ¿Son polares los enlaces boro-flúor? Razone su respuesta.

b) Prediga su geometría a partir de la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

c) ¿Son polares esas moléculas? Justifique su respuesta".

Ejemplo: 09JB2

"Dada la molécula de CCl_4:

a) Represéntala mediante estructura de Lewis.

b) ¿Por qué la molécula es apolar si los enlaces están polarizados?

c) ¿Por qué a temperatura ambiente el CCl_4 es líquido y el Cl_4 es sólido?".

- ***HTQ8***

No aparecen preguntas con este perfil.

- ***HTQ9***

No aparecen preguntas con este perfil.

- ***HTQ10***

Ejemplo: 06SB5

"Se tiene una disolución acuosa de CH_3COOH 0'5 M. Calcule:

a) El grado de disociación del ácido acético.

b) El pH de la disolución.

Dato: $K_a = 1'8 \cdot 10^{-5}$ ".

Para resolver este ejercicio el alumno debe hacer uso de herramientas matemáticas como una ecuación de 2º grado o calcular un logaritmo decimal.

Otros ejemplos de preguntas clasificadas en esta categoría son las dos siguientes:

Ejemplo: 04SB6

"En un matraz de 2 litros se introducen 12 g de PCl_5 y se calienta hasta 300 ºC.

Al establecerse el siguiente equilibrio de disociación:

$$PCl_5\ (g) \leftrightarrow Cl_2\ (g) + PCl_3\ (g)$$

La presión total de la mezcla es de 2'12 atm, a esa temperatura.

Calcule:

a) El grado de disociación del PCl_5 en las condiciones señaladas.

b) El valor de Kp a 300 ºC.

Datos: R = 0'082 atm· L· K^{-1}· mol^{-1}. Masas atómicas: P = 31; Cl = 35'5".

Ejemplo: 07JB5

"A temperatura ambiente, la densidad de una disolución de ácido sulfúrico del 24% de riqueza en peso es 1'17 g/mL. Calcule:

a) Su molaridad.

b) El volumen de disolución necesario para neutralizar 100 mL de disolución 2'5 M de KOH.

Masas atómicas: S = 32; O = 16; H = 1".

- ***HTQ11***

Ejemplo: 07SB4

"a) Justifique, mediante la teoría de Brönsted-Lowry, el carácter ácido, básico o neutro que presentarán las disoluciones acuosas de las siguientes especies: NH_3, CO_3^{2-} y HNO_2.

b) Describa el procedimiento y el material necesario para llevar a cabo la valoración de una disolución acuosa de HCl con otra de NaOH".

En esta pregunta el alumno debe explicar cómo se lleva a cabo la práctica en este caso una valoración.

Otros ejemplos de este tipo son los siguientes:

Ejemplo: 08JB4

"a) ¿Qué volumen de disolución de NaOH 0'1 M se necesitaría para neutralizar 10 mL de disolución acuosa de HCl 0'2 M?

b) ¿Cuál es el pH en el punto de equivalencia?

c) Describa el procedimiento experimental y nombre el material necesario para llevar a cabo la valoración".

Ejemplo: 05R1B4

"a) Escriba la reacción de neutralización entre $Ca(OH)_2$ y HCl.

b) ¿Qué volumen de una disolución 0'2 M de $Ca(OH)_2$ se necesitará para neutralizar 50 mL de una disolución 0'1 M de HCl?

c) Describa el procedimiento e indique el material necesario para llevar a cabo la valoración anterior".

- ***HTQ12***

No aparecen preguntas con este perfil.

HTQ1, HTQ4, HTQ5, HTQ8, HTQ9, HTQ12 no aparecen en los exámenes de Junio y Septiembre de 2002 a Septiembre 2013.

"ACTITUDES Y VALORES EN QUÍMICA"

Como veremos en la descripción de resultados, esta categoría está totalmente ausente de las preguntas analizadas. No obstante, por las razones apuntadas antes, las hemos conservado, aclarándolas a continuación y, en algunos casos, ilustrándolas con ejemplos en el Anexo II.

3.2.4.- Análisis de las preguntas

El hecho de que buena parte de las preguntas que se proponen en estas pruebas, aparezcan desglosadas en varios apartados o subpreguntas, plantea el problema de cómo realizar el análisis, si ofreciendo datos separados para cada apartado o dando una caracterización conjunta para cada pregunta. Asimismo, en el caso concreto de la clasificación por contenidos, se dio la circunstancia adicional, como ya dijimos, de que

más de un tema concurría en ocasiones dentro de una misma pregunta. En todos los casos se optó por llevar a cabo una caracterización global de la pregunta, aglutinando las categorías asignadas a cada una de las subtemáticas o subpreguntas. Quiere esto decir, que son las preguntas, globalmente, y no cada uno de sus subapartados correspondientes, la unidad de análisis a emplear. Ello origina que, para cada dimensión, el número total de categorías encontradas supere al número de preguntas, ya que sería posible asignar a cada pregunta varias categorías a la vez.

Veamos algunos ejemplos que sirvan para aclarar el significado de cada categoría, dentro de cada dimensión, y del proceso de categorización seguido a la hora de analizar las preguntas.

> **Ejemplo:** 04JA4
>
> "Una bombona de butano (C_4H_{10}) contiene 12 kg de este gas. Para esta cantidad calcule:
> a) El número de moles de butano.
> b) El número de átomos de carbono y de hidrógeno.
> Masas atómicas: C = 12; H = 1".

Se le ha asignado T0 porque se trata de una pregunta de cálculos en química. Pertenece a la categoría A-MaMi porque el alumno tiene que transformar una cantidad del campo macroscópico (gramos) al campo microscópico (moles para el apartado a, o átomos para el apartado b). Se incluye en A-MIS porque el alumno/a tiene que hacer conversiones a través de la fórmula, calcular el peso molecular para pasar de gramos a moles. Al asignarle A-MaMi y A-MIS se convierte en un ejercicio donde se resuelve a través de varias etapas, por tanto, también le corresponde A-Mu. Es SQ1 ya que se manejan conceptos principales de la química, es SQ2 porque se utiliza un lenguaje simbólico, se parte de la fórmula del butano para resolver el ejercicio, y es SQ3 porque el alumno/a ha debido de memorizar el número de Avogadro para pasar de moles a átomos. Es HTQ2 al realizarse cálculos y aplicaciones directas de los conocimientos de química. Por tanto, a esta pregunta se le ha sido asignado el siguiente conjunto de códigos: T0, A-MaMi, A-MIS (A-Mu), SQ1, SQ2, SQ3, HTQ2

Otros ejemplos de preguntas de este tipo son las siguientes:

Ejemplo: 07JB2

"Para las moléculas CCl_4, NH_3 y $BeCl_2$:

a) Determine su geometría mediante la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

b) ¿Qué tipo de hibridación presenta el átomo central?

c) Razone si esas moléculas son polares".

En este caso, los códigos asignados fueron: T3, C-E, C-P, C-O, SQ1, SQ2, HTQ6, HTQ7

Ejemplo: 08SA5

"Dada la reacción: $KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$

a) Ajuste por el método del ion-electrón esta reacción, en su forma iónica y molecular.

b) ¿Qué volumen de disolución 0'02 M de permanganato de potasio se necesita para oxidar 30 mL de disolución de sulfato de hierro (II) 0'05 M, en presencia de ácido sulfúrico?".

En este caso, los códigos fueron: T8, T0, A-MaMi, A-MIS (A-Mu), SQ1, SQ2, SQ3, HTQ2

Ejemplo: 09SB4

"En medio acuoso, según la teoría de Brönsted-Lowry:

a) Justifique el carácter básico del amoniaco.

b) Explique si el CH_3COONa genera pH básico.

c) Razone si la especie HNO_2 puede dar lugar a una disolución de pH > 7".

La codificación asignada a esta pregunta fue la siguiente: T7, C-E, SQ1, SQ2, HTQ2, HTQ3

En ocasiones nos encontramos con que en la dimensión competencial, distintas facetas eran exigidas para una misma tarea, unas veces porque esta abarcaba distintas competencias simultáneamente, y otras porque la pregunta tenía la posibilidad de resolverse por distintos caminos (teórica o basada en cálculos), no siempre de la misma complejidad. En el primer caso, optamos por valorar la faceta más compleja contemplada, mientras que, en el segundo, la opción se realizó en función del

razonamiento esperado teniendo en cuenta si la pregunta se encuadraba dentro de la oferta de cuestiones o de problemas de la prueba.

Por ejemplo: 07JA4

"Un recipiente cerrado contiene oxígeno, después de vaciarlo lo llenamos con amoniaco a la misma presión y temperatura. Razone cada una de las siguientes afirmaciones:

a) El recipiente contenía el mismo número de moléculas de oxígeno que de amoniaco.

b) La masa del recipiente lleno es la misma en ambos casos.

c) En ambos casos el recipiente contiene el mismo número de átomos".

Es una cuestión, se esperaría una justificación teórica como respuesta.

3.2.5.- Análisis estadístico de los datos

Si bien gran parte del estudio fue de naturaleza cualitativa, el proceso de categorización seguido nos permitió codificar, para cada pregunta, su adscripción o no a todas y cada una de las categorías definidas para las tres dimensiones (tema del currículum, tipo de pregunta, aspectos de la competencia científica evaluados). Ello permitió elaborar una matriz rectangular en la que las filas eran preguntas y las columnas las distintas categorías consideradas, con datos codificados con "1" y "0" en función de que pregunta se asociara o no, respectivamente, con la categoría correspondiente. La matriz de datos elaborada fue implementada en un ordenador y analizada posteriormente mediante el programa IBM SPSS Statiscts v. 21.

3.2.6.- Fiabilidad de los análisis realizados

Un aspecto esencial en cualquier proceso de análisis de contenidos de acuerdo a un sistema de categorías, es determinar la fiabilidad del proceso de categorización llevado a cabo. En este sentido hay que decir que el análisis correspondiente ha sido llevado a cabo independientemente por dos investigadores (la autora de la tesis y uno de los directores), quienes consensuaron previamente los sistemas de categorías a emplear y los criterios de análisis correspondientes. El protocolo realizado siguió los cánones que se aportan en la literatura (Skjong y Wentworht, 2000).

Tras dos primeras rondas de valoraciones con una muestra piloto de preguntas, los dos jueces se reunieron en ambas ocasiones para ajustar criterios y modificar el sistema de categorías, hasta hacerlo satisfactorio para ambos y coherente con los datos encontrados. Tanto los sistemas finales de clasificación como los criterios empleados son justamente los que acabamos de mostrar. Hay que decir también que las concordancias entre las valoraciones entre los dos jueces fueron bastante altas, pero no perfectas, de modo que las discrepancias encontradas tuvieron que ser resueltas por consenso tras varias deliberaciones.

Al objeto de mostrar la fiabilidad del proceso de clasificación, las tablas 3.3, 3.4 y 3.5 presentan los datos tanto del coeficiente *kappa* como del porcentaje de acuerdo, que son los estadísticos que suelen emplearse para cuantificar el grado de acuerdo entre jueces, parámetros que deben entenderse como medidas de confiabilidad del análisis de contenido realizado. El primero de ellos tiene la ventaja de no estar condicionado por la probabilidad de acuerdo por azar, ya que dicho parámetro viene ya calculado neutralizando dicho factor, si bien el segundo es más fácil de interpretar al coincidir con el porcentaje de veces en las que los dos jueces coinciden en su apreciación.

Tabla 3.3.- Datos de concordancia entre jueces para la clasificación de preguntas por "Temas" del currículum (Coeficiente *kappa* y % de acuerdo entre jueces).

	Temas del currículum										
	T0	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**
K	0,74	-	0,98	0,66	1,00	1,00	1,00	0,93	0,88	0,85	1,00
%	90	100	98	98	100	100	100	99	97	97	100

Tabla 3.4.- Datos de concordancia entre jueces para la clasificación de preguntas según "Tipos de pregunta" (Coeficiente *kappa* y % de acuerdo entre jueces).

Tipos de pregunta	**D-RUA**	**D-R**	**A-MaMi**	**A-MaD**	**A-MIS**	**C-E**	**C-P**	**C-I**	**C-O**
K	0,95	-	0,87	0,92	0,96	0,95	0,90	0,87	0,59
%	98	100	94	97	98	97	96	94	79

Tabla 3.5.- Datos de concordancia entre jueces para la clasificación de preguntas según los aspectos evaluados de la competencia científica (a), (b) y (c) (Coeficiente *kappa* y % de acuerdo entre jueces).

(a) "Saber química"				
Aspectos	**SQ1**	**SQ2**	**SQ3**	**SQ4**
K	1,00	0,98	0,88	1,00
%	100	99	94	100

(b) "Hacer/Trabajar en química"												
Aspectos	**HTQ1**	**HTQ2**	**HTQ3**	**HTQ4**	**HTQ5**	**HTQ6**	**HTQ7**	**HTQ8**	**HTQ9**	**HTQ10**	**HTQ11**	**HTQ12**
K	-	0,98	0,98	-	-	0,77	0,99	-	-	0,85	1,00	-
%	100	98	99	100	100	94	99	100	100	96	100	100

(c) "Actitudes y valores en química"										
Aspectos	**AVQ1**	**AVQ2**	**AVQ3**	**AVQ4**	**AVQ5**	**AVQ6**	**AVQ7**	**AVQ8**	**AVQ9**	**AVQ10**
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

El estadístico *k* proporciona una medida de acuerdo entre jueces y se utiliza cuando las variables están dadas en una escala nominal, como es el presente caso en el que los evaluadores han de discernir si una pregunta ha de ser (1) o no (0) catalogada dentro de cada categoría. Su valor puede adoptar un rango o entre -1 y 1, aunque lo normal es que se ubique entre 0 y 1. Cuando el coeficiente es 1 representa un acuerdo perfecto entre los evaluadores, cuando es próximo a 0 indica que el acuerdo no es superior al que podría esperarse simplemente por azar, y si el valor del coeficiente es negativo el nivel de acuerdo es inferior al esperado por el azar.

Los datos se ofrecen para todas y cada una de las categorías, dejando en blanco aquellos casos en los que su cálculo no era posible, al no quedar ninguna pregunta clasificada en esa categoría. Como se puede comprobar, en todos esos casos existe, un 100% de acuerdo entre jueces, dato que, en sí mismo, indica ya un acuerdo total en cuanto a la ausencia de la categoría.

Puede apreciarse en las mencionadas tablas un altísimo consenso entre jueces en la mayoría de los casos. Tan solo la categoría C-O (Realización de predicciones de resultados) el acuerdo fue solo moderado (*k*= 0,59; 79%), lo que muestra el mayor

grado de subjetividad de dicha categoría, al menos en la forma en que fue considerada. A pesar de ello, incluso en este caso puede considerarse aceptable el acuerdo alcanzado, toda vez que el porcentaje de discrepancias solo afectaba a 1 de cada 5 casos (21%), que fueron resueltos por consenso sin problemas entre los dos jueces, una vez estudiados caso por caso.

3.3.- Estudio 2 (Opiniones de los profesores)

3.3.1.- Formulación del subproblema 2 y de las cuestiones de investigación

El segundo subproblema investigado en esta tesis consiste en comprobar en qué medida y de qué forma, las pruebas de acceso a la universidad repercuten en el alumnado y en la práctica docente de los profesores de bachillerato.

Con este objeto, hemos planteado los siguientes interrogantes en torno a los que orbita la investigación realizada en este estudio 2:

2.1.- ¿En qué medida y de qué forma las PAU condicionan el tipo de aprendizaje que se fomenta en al alumnado, así como la motivación e interés por el estudio de las ciencias que se genera?

2.1.1.- ¿Influye en la motivación e interés del alumnado por el estudio de las ciencias?

2.1.2.- ¿Influye sobre el estilo de aprendizaje: aprendizaje significativo versus memorístico?

2.2.- ¿Hasta qué punto y de qué manera las PAU condicionan las prácticas de enseñanza, desde el punto de vista de las decisiones adoptadas por el profesorado?

2.2.1.- ¿Influyen en los contenidos que se enseñan? ¿En qué sentido?

2.2.2.- ¿Influyen en la forma de enseñar? ¿De qué manera?

2.2.3.- ¿Influyen en la evaluación? ¿De qué forma?

2.3.- ¿Si el efecto de las pruebas se limita a la enseñanza en 2º de bachillerato o si se proyecta en cursos anteriores?

3.3.2.- Objeto de análisis y enfoque de la investigación

El objeto de análisis en este estudio 2 son las opiniones del profesorado y del alumnado sobre la influencia de la PAU en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el caso de la muestra de profesores, para acceder a las correspondientes opiniones, se recurrió a un enfoque mixto de investigación, combinando métodos cualitativos y métodos cuantitativos de recogida y análisis de la información. De este modo, si bien el hilo conductor del estudio se basó en los resultados aportados por un cuestionario cerrado, éstos se completaron con la información proporcionada por otros instrumentos de respuesta abierta. Ello posibilitó un estudio global de la información obtenida en el que se integraron datos estadísticos procedentes de análisis estadísticos e información textual procedente de las respuestas verbales aportadas también por los implicados. De esta forma, fue posible triangular información proveniente de distintas fuentes, no solo de diferentes cuestionarios, sino también de distintos sujetos participantes en las diferentes muestras empleadas.

En el caso del alumnado, el análisis fue de carácter únicamente cuantitativo, e iba destinado a contrastar sus opiniones con las manifestadas por la muestra de profesores. Dicha comparación sirvió también como modo de triangulación de información procedente de distintas fuentes, comprobando la validez concurrente de las conclusiones obtenidas.

3.3.3.- Instrumentos de recogida de información (cuestionario abierto, cuestionario cerrado, entrevistas y ampliación de entrevistas).

Se elaboraron cuatro instrumentos distintos para recabar información sobre las percepciones del profesorado sobre el problema planteado.

En primer lugar elaboramos un cuestionario abierto (Cuestionario 1) exploratorio para profesores en activo que imparten en la actualidad, o han impartido alguna vez, la asignatura de Química del 2º curso de bachillerato. El cuestionario se planteó en formato abierto y por escrito durante el primer trimestre del curso escolar. Junto a información sobre la experiencia docente, se formulaban preguntas sobre sus apreciaciones acerca de la naturaleza de la prueba de Selectividad, sobre cómo ellos ven que afecta dicha prueba en su toma de decisiones en la enseñanza de la química

en 2º de bachillerato (a nivel de lo que tienen que enseñar, sobre su metodología de enseñanza y sobre su forma de evaluar), y sobre en qué medida se sienten influidos o no por ellas en los cursos anteriores (ver tabla 3.6).

Los resultados de este cuestionario sirvieron, de un lado, como fuente de datos para la investigación, y sobre todo como primera aproximación al objeto de estudio, sirviéndonos de base para el diseño de un segundo cuestionario escrito, esta vez de respuesta cerrada (Cuestionario 2), y del protocolo de preguntas a plantear en una entrevista dirigida a profesorado en activo.

Tabla 3.6.- Cuestionario de respuesta abierta dirigido a explorar las percepciones del profesorado sobre la influencia de las pruebas de Selectividad en la enseñanza de la química (Cuestionario 1).

Se está realizando un estudio sobre las pruebas de Selectividad y su repercusión en la enseñanza de la Química en el Bachillerato y en la Educación Secundaria en general. Te agradeceríamos que cumplimentases el siguiente cuestionario al objeto de poder obtener información al respecto a partir de fuentes fidedignas. Agradecemos de antemano el tiempo dedicado.

- Años de experiencia docente: _____
- ¿Has impartido la asignatura de Química en 2º de Bachillerato alguna vez?

  Sí

  No

  En caso afirmativo, ¿cuántos años más o menos? _____

1. Expón tu juicio personal sobre las pruebas de Selectividad en relación a cada uno de los siguientes puntos referidos específicamente a la asignatura de Química:

a) Si se consideran o no necesarias dichas pruebas y en qué sentido.

b) Sobre los contenidos que suelen verse involucrados en dichas pruebas.

c) Sobre el tipo de preguntas que se plantean habitualmente.

2. Señala en qué medida, y de qué manera, las pruebas de Selectividad afectan o condicionan los **contenidos** a los que más atención se le suele prestar en la asignatura de Química de 2º de Bachillerato.

3. ¿Consideras que las pruebas de Selectividad afectan o condicionan la manera de **enseñar** Química en 2º de Bachillerato? Tanto en caso afirmativo como negativo, coméntalo.

4. ¿Consideras que las pruebas de Selectividad afectan o condicionan la manera en que se **evalúa** generalmente a los alumnos en la asignatura de Química en 2º de Bachillerato? Tanto en caso afirmativo como negativo, coméntalo.

5. ¿En qué medida las pruebas de Selectividad afectan o condicionan la enseñanza de la química, de la Física y Química o de las Ciencias de la Naturaleza en cursos inferiores: 1º de bachillerato, 4º ESO, 3º ESO, 2º ESO, 1ºESO? Justifica o aclara tu respuesta.

El cuestionario cerrado utilizado (Cuestionario 2) constituyó, junto a la entrevista, el instrumento central de la investigación. Se trataba de valorar mediante él las percepciones del profesorado sobre la repercusión de la Selectividad en la enseñanza de materias científicas del 2º de Bachillerato, especialmente en la asignatura de Química.

Se trataba de un cuestionario tipo Likert de 22 ítems, con cinco niveles de respuesta cada uno, que recorrían distinto grado de acuerdo/desacuerdo con las afirmaciones que se hacían.

Concretamente, la opción "5" correspondía con una situación de total acuerdo (afirmación "Totalmente cierta") respecto a la premisa que se le presentaba, y la "4" se correspondía con una situación de acuerdo parcial ("Mas bien cierto"). En el extremo opuesto, la opción "1" se correspondía con una visión contrapuesta con el enunciado del ítem, desde la que se contradecía absolutamente la afirmación planteada ("Totalmente al contrario"). Mientras tanto, la opción "2" contradecía la afirmación de una forma solo parcial, declarándose "Más bien al contrario" del enunciado del ítem. En medio de los dos extremos, la opción "3" representaba una situación de indecisión o neutralidad ("Indeciso").

La Tabla 3.7 presenta de forma sintética la estructura del cuestionario, con las afirmaciones de sus 22 ítems, mientras que el Anexo III se presenta de forma íntegra el cuestionario, tal como se le presentó a los participantes, concretamente en formato online mediante la herramienta de Google, Google Doc.

Los ítems se formularon y redactaron de forma consensuada por parte de dos investigadores (la autora y uno de los directores), tomando como referencia las respuestas abiertas más frecuentes aportadas por los participantes en el cuestionario 1. Los ítems se relacionaban con cinco bloques distintos: a) contenidos curriculares (1, 2, 3, 9, 10, 11), b) estilos de aprendizaje y motivación del alumnado (12, 13, 14, 15, 18), c) metodología docente y recursos didácticos (4, 5, 6, 7, 8), d) organización del aula (16, 17) y e) evaluación (19, 20, 21, 22).

Tabla 3.7.- Cuestionario de opiniones del profesorado sobre las pruebas de acceso a la universidad.

CUESTIONARIO DE OPINIONES DEL PROFESORADO SOBRE LAS PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

Nos interesa saber cómo crees que repercute las pruebas de Selectividad en las clases de 2º de Bachillerato y en la actitud de los alumnos hacia la asignatura y su aprendizaje.

Valora tu grado de acuerdo o certeza respecto a las siguientes afirmaciones, según la siguiente clave:

1.- Totalmente al contrario

2.- Más bien al contrario.

3.- Indeciso.

4.- Más bien cierto.

5.- Totalmente cierto.

En tu opinión, la Selectividad influye en que …

1.- Se aborden más contenidos en clase de los que probablemente desearía como profesor.

2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual.

3.- Haya más detenimiento en los contenidos más complejos y difíciles.

4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad.

5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audiovisuales (vídeos).

6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras.

7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual.

8.- Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc.

9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad.

10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores.

11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato.

12.- El alumnado se interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores.

13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio.

14.- El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores.

15.- El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica.

16.- El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros.

17.- El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores.

18.- El alumnado se preocupe menos de aprender para "para saber" de lo que lo hacía en años pasados.

19.- Se otorgue más importancia en la evaluación al trabajo del alumno.

20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos.

21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes.

22.- Aumente el número de pruebas, controles y exámenes respecto a cursos anteriores.

Como puede apreciarse, una parte de los enunciados se plantearon en términos "positivos", en el sentido de apuntar hacia lo que podríamos suponer como buenas prácticas docentes, como es el caso del ítem 3 ("…más detenimiento en los contenidos más complejos y difíciles"). Es decir, en ellos, las pruebas PAU se entenderían como factor positivo que estimularía buenas prácticas docentes.

La otra parte se formuló en términos "negativos"; esto es, de modo que una situación acuerdo con la misma representaba un efecto negativo de las PAU en el desarrollo de buenas prácticas docentes. Es el caso, por ejemplo, del ítem 7 ("…clases menos participativas de lo habitual").

Además, algunos de los enunciados se formularon empleando cuantificadores directos en las comparaciones del 2º de bachillerato respecto a cursos anteriores, como "más" o "mayor" (ítems 1 y 11, por ejemplo), mientras que en otras se usaron cuantificadores inversos, como "menos", "más escasamente" (ítems 5 o 15, por ejemplo). Con ello, pretendíamos evitar sistematicidad en la respuesta, en el sentido de que los participantes se adhirieran acríticamente a los valores más altos de la escala (valor 5), entendiendo que eso sería lo que se espera de ellos. El cuestionario se alojó en la Red, en la dirección siguiente:

https://docs.google.com/forms/d/15hphyU8h0cmVOEz6HXy1lbxQyFrbLwzXDBOUHFjTbqY/viewform (Ver Anexo III)

Todos los cuestionarios contestados se han recogido de forma automática en una hoja de cálculo del Google Doc, que permite exportar una base de datos en Excel.

La comodidad y facilidad en la respuesta, así como la rapidez en la misma, ha propiciado una mayor participación por parte del profesorado, desde unos mínimos de validez interna y fiabilidad totalmente satisfactorios, como veremos después.

Este cuestionario fue modificado ligeramente, al objeto de adaptarlo y administrarlo también a una muestra de alumnos que cursaban la asignatura de Química de 2º de bachillerato, en una parte de los casos de modo "online" (Anexo IV), y en otra de forma manual y presencial a través de cuestionarios en papel.

Por otra parte, el otro instrumento central de la investigación administrado al profesorado adoptó el formato de entrevista semiestructurada, y al igual que el

cuestionario 2 se elaboró sobre la base de un análisis de las respuestas de los participantes al cuestionario 1. De nuevo aquí, se trataba de recopilar información relativa a la manera en la que las pruebas de acceso parecían afectar o condicionar, en opinión de los participantes, a su toma de decisiones en la enseñanza.

Dichas entrevistas fueron semiestructuradas en la medida en que, partiendo de un núcleo de preguntas básicas comunes a todos los entrevistados, se formulaban otras sobre la marcha en función de las respuestas que fueron ofreciendo.

Las entrevistas fueron grabadas en audio y luego transcritas. La tabla 3.8 muestra el protocolo de preguntas planteadas *a priori*.

Tabla 3.8.- Guión de preguntas de la entrevista.

ENTREVISTAS DE PROFESORES:
Buenos días, nos encontramos en el Instituto… con el profesor/a de Física y Química D/Dª …
1.- ¿Cuántos años de experiencia docente tiene usted?
2.- ¿Qué cursos y asignaturas ha impartido a lo largo de su carrera?
3.- ¿Qué metodología utiliza en sus clases? ¿Hace distinción en clases del primer ciclo o segundo ciclo del bachillerato?
4.- ¿Utiliza algún recurso innovador para despertar el interés de sus alumnos? ¿En qué cursos suele hacerlo y por qué?
5.- ¿Hace uso de las TICs en el aula? En caso afirmativo ¿lo hace en los cursos de bachillerato o solo en la ESO? ¿Por qué?
6.- ¿Lleva a sus alumnos al laboratorio? En caso afirmativo, ¿lo hace en los cursos de bachillerato o solo en la ESO? ¿Por qué?
7.- ¿Suele plantear tareas para que los alumnos trabajen activamente en las clases? ¿Se realizan en pequeño grupo? ¿Por qué razón?
8.- Pero en 2º de bachillerato hay dos prácticas que son obligatorias desde el punto de vista de selectividad, ¿las realizan sus alumnos en el aula o las explica de forma teórica? ¿Cuál es la razón?
9.- ¿Y en qué medida dichas pruebas afectan o condicionan los contenidos a los que más atención se le suele prestar en la asignatura de Química de 2º de bachillerato? ¿Y a la metodología de enseñanza?
10.- Entonces, ¿considera que las pruebas de selectividad afectan o condicionan la manera de enseñar Química en 2º de bachillerato? ¿Por qué lo cree así?
11.- ¿Y en su forma de evaluar?
12.- ¿Y también se ven influidos los cursos anteriores?
13.- A su juicio, ¿son necesarias dichas pruebas? ¿y en qué sentido?
14.- ¿Considera acertados los contenidos que suelen verse involucrados en dichas pruebas?
15.- ¿Y qué opina sobre el tipo de preguntas que se plantean habitualmente?
Terminamos aquí la entrevista, agradeciéndole su colaboración.

Puede verse que las entrevistas tenían un propósito más general que lo que se planteaba en nuestro objeto de estudio, con preguntas sobre el tipo de enseñanza que practica el profesorado en otros niveles anteriores, especialmente las siete primeras preguntas. Esta estructura permitió, por una parte, caracterizar mejor el perfil de los profesores entrevistados y, por otro, no dirigir excesivamente desde el principio, el foco de atención de los entrevistados hacia las pruebas de Selectividad condicionando el sentido de sus respuestas.

Preferimos, de esta forma, comenzar con un rodeo y contemplar, cómo de forma natural, el condicionante que supone para el profesorado las pruebas de Selectividad surgía espontáneamente en la mayor parte de los casos desde las primeras preguntas a través de las que, ni siquiera, se aludía directamente a ellas. Posteriormente, solo después de haber pulsado las primeras opiniones de los entrevistados, se introducía el factor Selectividad, preguntando sobre su eventual influencia en distintos órdenes de la práctica docente, tanto en el 2º curso de bachillerato, como en los cursos anteriores.

Por último, y dado que observamos que una parte importante de la información que deseábamos recabar, no afloró a lo largo de las entrevistas, pasamos a los entrevistados un cuestionario 3 en formato abierto para ampliar el contenido de las mismas, cuyas preguntas se muestran en la tabla 3.9.

Tabla 3.9.- Preguntas de ampliación de las entrevistas (Cuestionario 3).

AMPLIACIÓN DE ENTREVISTAS
1.- ¿Qué opinas sobre el interés que muestran los alumnos de 2º de bachillerato por las clases de ciencias, en general, y de Química en particular? ¿Es mayor o menor que en cursos anteriores? ¿En qué te basas?
2.- ¿Crees que los alumnos de 2º están más motivados para esforzarse y estudiar que en cursos anteriores, o todo lo contrario? Comenta tu respuesta.
3.- ¿Consideras que el alumno de 2º pone más empeño en comprender las ideas y aprender de forma razonada, o es al revés y tiende más a aprender de forma mecánica y memorística? Comenta la respuesta.
4.- ¿Cómo crees que afecta la dinámica de 2º de bachillerato a la orientación de los alumnos en su aprendizaje? ¿Tienden más a aprender para saber o para el examen que en cursos anteriores, o al revés? Coméntalo.

3.3.4.- Participantes

3.3.4.1.- En entrevistas y cuestionarios 1 y 3 administrados al profesorado

Tanto la entrevista como en el "cuestionario 3" fueron administrados a un total de 13 profesores de ciencias experimentales de educación secundaria (6 hombres y 7 mujeres), todos con experiencia en la docencia de la asignatura de Química del 2º curso de bachillerato. No obstante, hay que advertir que aunque el cuestionario 3 se envió como extensión a todos los entrevistados, solo 10 profesores lo devolvieron cumplimentado.

El cuestionario 1, por su parte, fue respondido por 10 profesores (5 hombres y 5 mujeres) de características similares a los entrevistados.

Tanto en el caso de las entrevistas (más el Cuestionario 3 que la complementaba) como en el del cuestionario 1, los profesores participantes (23 en total) fueron elegidos por conveniencia, por ser de fácil acceso dentro de los que imparten la asignatura de Química de 2º de Bachillerato, por prestarse voluntariamente a ello y por representar en conjunto una amplia variedad de perfiles docentes, incluyendo profesorado de centros públicos y concertados. La mayoría de ellos cuentan con una amplia experiencia docente, y algunos de ellos también con experiencia en innovación docente y dedicación a la investigación en la enseñanza de las ciencias. La Tabla 3.10 muestra un perfil de los años de ejercicio como profesor de dichos participantes.

Tabla 3.10.- Experiencia docente de los participantes.

Años de experiencia docente	**Nº de profesores**	
	Entrevistas/Cuestionario 3	Cuestionario 1
(0, 10]	1	2
(10, 20]	1	1
(20, 30]	5	3
(30, 40]	6	3
Más de 40	0	1
Total	13	10

Profundizando en el tipo de docencia impartida, hay que decir que ésta era muy variada, desde 1º de ESO a 2º de Bachillerato, BUP, COU, e incluso dos profesores han dado clases en la Universidad, y cuatro en la antigua Formación Profesional. Y en cuanto a asignaturas, en general, han impartido una amplísima muestra de ellas que cubren todas las posibles dentro de las especialidades de ciencias.

Entre los participantes se contaba con perfiles docentes muy variados, desde profesores reconocidamente innovadores en su trayectoria profesional, a otros mucho más clásicos. Esta variedad de perfiles se manifestó también en parte del contenido de las respuestas aportadas, coincidiendo en la mayoría de las ocasiones con nuestras previsiones iniciales cuando se seleccionaron para el estudio.

Esta variedad de opiniones y perfiles proporciona, en conjunto, una muestra que, si bien no es representativa ponderalmente del total de la población de profesores de Química de 2º de bachillerato, dado su reducido tamaño, sí al menos es capaz de aglutinar la mayoría de sensibilidades con que nos podemos encontrar, sirviendo como fuente de datos cualitativos con los que complementar los resultados cuantitativos que se desprenden del cuestionario 2.

Por otro lado, al objeto de caracterizar mejor el perfil de los participantes, conviene comentar algunos datos sobre su visión general de la Selectividad, la cual fue posible recopilar a través de las preguntas iniciales de los instrumentos empleados (de hecho, esa era su función). En este sentido, una parte importante de ellos se mantenía abiertamente partidaria de la Selectividad, mientras otra menor, aunque significativa también, se oponía frontalmente a ella. En medio de ambos se situaba también una parte que manifestaba dudas al respecto o que la consideraba necesaria aunque matizando la conveniencia de cambiar su estructura. Por otro lado, además, mientras algunos consideraban que el tipo de preguntas que se plantean en Selectividad es adecuado, y de no demasiada dificultad, otros las consideraban repetitivas, que suelen abordar solo contenidos muy particulares o que son, por lo general, difíciles.

3.3.4.2.- En el cuestionario 2 administrado al profesorado

En primera instancia, el interés de la consulta al profesorado estaba originalmente limitado a la asignatura de Química, por lo que los candidatos a cumplimentar el cuestionario en un principio eran solo profesores que hubieran impartido alguna vez dicha asignatura. No obstante, finalmente quedó abierto a cualquier profesor de Ciencias de la Naturaleza que hubiera impartido alguna vez docencia en las asignaturas de Química, Física, Biología y Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (CTMA), lo que pensamos nos permitiría disponer de una muestra más amplia y de poder establecer comparaciones entre el efecto percibido de la Selectividad en distintas materias científicas. Además, particularmente en el caso del profesorado de la especialidad de Física y Química, el hecho de que parte del mismo alternase docencia tanto en la asignatura de Química como de Física, nos hizo ver la conveniencia de ampliar los límites del perfil de muestra considerado en un principio.

Al objeto de realizar la consulta se envió un mensaje, mediante correo electrónico, a la totalidad de centros de bachillerato de la CAA, tanto públicos como privado-concertados, solicitando colaboración y explicando el interés del estudio que estábamos realizando (Tabla 3.11).

Tabla 3.11.- Mensaje enviado por correo electrónico a los centros de Bachillerato de Andalucía con la dirección del cuestionario de profesores online.

"Soy profesora de Química. Estoy haciendo un trabajo de investigación y necesito que profesores que impartan o hayan impartido Química, Física, Biología o CTM en 2º de bachillerato contesten a un cuestionario online cuya dirección le pongo a continuación: DIRECCIÓN CUESTIONARIO ONLINE PROFESORES: https://docs.google.com/forms/d/15hphyU8h0cmVOEz6HXy1lbxQyFrbLwzXDBOUHFjTbqY/viewform Es sencillo y rápido de contestar. Ruego envíe este correo a los profesores de ciencias de Bachillerato para que me puedan ayudar. Muchas gracias por su colaboración y un cordial saludo".

El cuestionario estuvo disponible durante un período de más de un año, al final del cual quedaron registradas las respuestas de algo más de un centenar de profesores. Del total de cuestionarios cumplimentados se eliminaron algunos que no respondían al

perfil de profesorado previsto. Como consecuencia de ello nos quedamos con una muestra de 97 profesores de toda Andalucía, de 73 centros distintos, 60 públicos y 13 privados. De ellos, 19 profesores habían impartido alguna vez en 2º de Bachillerato solo la asignatura de Química, 41 lo habían hecho tanto en la de Química como en la de Física, y los 37 restantes había enseñado en otras asignaturas de ciencias: solo Física (19), Biología y/o Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (18).

La experiencia docente de los profesores que han participado estaba comprendida entre un mínimo de 4 años y un máximo de 43, con una media de 21,7 años y una desviación típica de 9,3. La tabla 3.12 presenta la experiencia docente en función de distintos intervalos de edad.

Tabla 3.12.- Experiencia docente de los profesores participantes del cuestionario 2.

Años de experiencia docente	Nº de profesores	Porcentaje
(0, 10]	16	16,49 %
(10, 20]	26	26,80 %
(20, 30]	39	40,21 %
Más de 30 años	16	16,49 %
TOTAL	***97***	***100 %***

3.3.4.3- En el cuestionario 2 administrado al alumnado

Una adaptación del mismo cuestionario 2 administrado al profesorado, se administró a un conjunto de 223 alumnos de Química de 2º de bachillerato, integrado por dos grupos de participantes: uno que lo cumplimentó "online" y otro manualmente en papel. En principio, solo teníamos previsto la implementación digital aleatoria del cuestionario, pero dada la limitada participación de alumnos por esta vía se decidió ampliar la muestra de un modo más directo administrando el cuestionario en papel a una muestra de conveniencia. Por consiguiente, la muestra participante se encuadraba en dos grupos:

Grupo 1.- Formado por 147 alumnos que cumplimentaron el cuestionario de modo "online", de modo semejante a como lo hizo el profesorado. Para ello, en la misma carta dirigida al profesorado, solicitábamos a éste su difusión entre sus alumnos, si bien solo una parte de ellos lo hicieron, y solo una fracción pequeña de su alumnado

llegó a materializar su participación (Tabla 3.13). En total fueron 21 centros públicos y privados-concertados de diversas provincias andaluzas.

Tabla 3.13.- Mensaje enviado por correo electrónico a los centros de Bachillerato de Andalucía con las direcciones del cuestionario de profesores y del alumnado online.

"Soy profesora de Química. Estoy haciendo un trabajo de investigación y necesito que profesores que impartan o hayan impartido Química, Física, Biología o CTM en 2º de bachillerato contesten a un cuestionario online cuya dirección le pongo a continuación: DIRECCIÓN CUESTIONARIO ONLINE PROFESORES: https://docs.google.com/forms/d/15hphyU8h0cmVOEz6HXy1lbxQyFrbLwzXDBOUHFjTbqY/viewform Es sencillo y rápido de contestar. Ruego envíe este correo a los profesores de ciencias de Bachillerato para que me puedan ayudar. Por otro lado, necesitaría que sus alumnos de 2º de bachillerato de Química contesten otro cuestionario online parecido al anterior, muy sencillo y rápido de contestar cuya dirección les escribo a continuación: Rellena este cuestionario online ALUMNOS QUÍMICA 2º DE BACHILLERATO: https://docs.google.com/forms/d/1ThIyxQIC258WzN8HLhf-nV_NrjRgRt5aSsP95QgYyXA/viewform Muchas gracias por su colaboración y un cordial saludo".

Grupo 2.- Integrado por 76 alumnos procedentes de grupos completos de 2º de bachillerato de seis centros públicos y concertados de la provincia de Cádiz, tanto de Cádiz como de poblaciones de alrededores, que cumplimentaron el cuestionario en papel.

3.3.5.- *Procedimiento* de análisis de los resultados

Los datos procedentes del Cuestionario 2 fueron codificados en una matriz de datos y, posteriormente, introducidos en una base de datos del programa IBM SPSS Statiscts v. 21. Si bien en primera instancia se llevó a cabo un análisis de la validez interna y de la fiabilidad del cuestionario a partir de la escala Likert de cinco niveles (1 a 5), mediante análisis de datos categóricos ordinales, el estudio central se realizó recodificando dicha escala en solo tres valores ("Favorable", "Indeciso" y "Todo lo contrario") y procediendo un estudio de frecuencias, ítem a ítem.

Los datos procedentes tanto del Cuestionario 1 como de la entrevista y su extensión a través del Cuestionario 3, fueron analizados en conexión con los ítems del cuestionario 2. A estos efectos, solo se codificó estrictamente aquella información directamente relacionada con los problemas de investigación. Aquella otra que se utilizó solo, de forma complementaria, para caracterizar la muestra y contextualizarla, o como vía de acercamiento paulatino del encuestado al centro de atención del estudio (particularmente en las entrevistas), se transcribió también aunque no fue objeto de análisis sistemático, ni será objeto de atención en los capítulos de resultados (capítulo 5, concretamente). Las transcripciones correspondientes a las entrevistas, así como su ampliación (Cuestionario 3) y los cuestionarios 1 recopilados, se incluyen en el Apéndice II.

CAPÍTULO 4
ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE SELECTIVIDAD

4.1.- Introducción

En este capítulo se pretende caracterizar las pruebas de acceso a la Universidad en la asignatura de Química en Andalucía, analizando el conjunto de preguntas recopiladas de los exámenes propuestos y de reserva desde 2002 hasta 2013 (Estudio 1).

Para ello, indagaremos en torno a qué temas del currículo son aquellos sobre los que se pregunta con mayor frecuencia, qué tipo de preguntas se plantean habitualmente, qué aspectos de la competencia científica parecen evaluarse a lo largo de las mismas y si se observa o no alguna evolución en estos aspectos a lo largo de los últimos años.

Concretamente trataremos de dar respuesta a las siguientes cuestiones de investigación planteadas en el diseño de la investigación:

1.1.- ¿Cuáles son los contenidos temáticos de química que más frecuentemente se evalúan en las pruebas de acceso a la universidad? ¿Existen algunos "sobre" o "infra" planteados?

1.2.- ¿Qué tipo de preguntas integran dichas pruebas?

1.3.- ¿Qué aspectos o dimensiones de la competencia científica se evalúan a lo largo de las mismas, respecto al aprendizaje de la química?

1.4.- ¿Existe relación entre contenido temático, tipo de pregunta y aspectos del aprendizaje evaluados? En caso afirmativo, ¿qué tipo de relaciones se establecen?

1.5.- ¿Se aprecia algún tipo de evolución a lo largo de los años en cada uno de estos aspectos considerados?

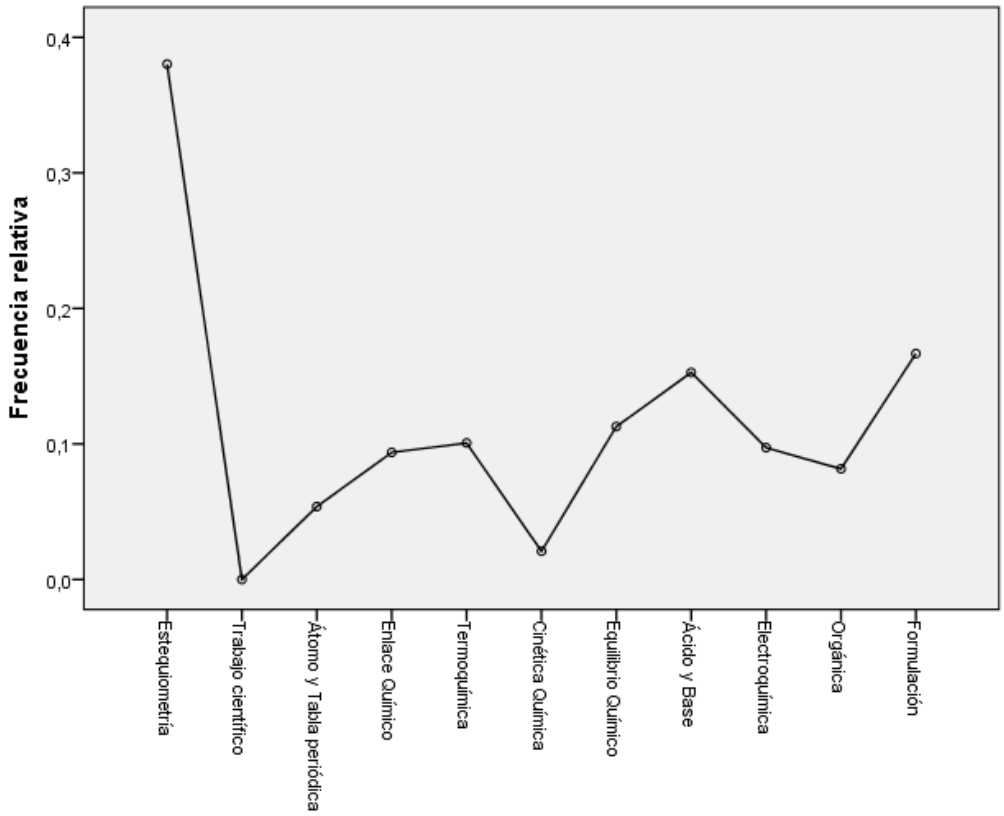
4.2.- Temáticas abordadas en las preguntas

En primer lugar analizaremos con qué frecuencia aparecen preguntas de cada uno de los temas de química, según el temario vigente para la Selectividad en Andalucía. Los temas abordados, recordemos, se clasifican en: T0 Estequiometría, T1 Trabajo científico, T2 Átomo y Tabla periódica, T3 Enlace químico, T4 Termoquímica, T5

Cinética Química, T6 Equilibrio Químico, T7 Ácido y Base, T8 Electroquímica, T9 Orgánica, T10 Formulación.

En la figura 4.1 y en la tabla 4.1 se recoge la frecuencia relativa de cada uno de estos temas. Hay que indicar que la suma de porcentajes supera el 100% ya que en algo más de la cuarta parte de las preguntas concurrían contenidos relacionados con dos temáticas distintas.

Figura 4.1.- Frecuencia relativa de las preguntas según temática.



Tanto de la figura como de la tabla se infiere una temática que sobresale respecto al resto, por ser la que aparece en un mayor número de preguntas. En concreto se trata de la correspondiente a estequiometría, en la que se acumula un total del 38% de las preguntas analizadas. Le siguen formulación con un 16,7% y ácido y base con un 15,3%. La suma de estos tres porcentajes supone un 70% de las preguntas analizadas, lo que contrasta con la pobre presencia de otros temas como equilibrio químico (11,3%), termoquímica (10,1%), electroquímica (9,7%), enlace químico (9,4%) u orgánica (8,2%).

Cabe destacar que el tema del trabajo científico no aparece en ninguna pregunta, y que temas como el de cinética química o átomo y Tabla periódica aparecen de forma casi testimonial, con solo un 2,1 % y un 5,4 %, respectivamente.

Tabla 4.1.- Frecuencia y porcentaje en el que aparece cada temática en las preguntas.

	Presencia	
	Frecuencia	**%**
Estequiometría	219	38,0%
Trabajo científico	0	0
Átomo y Tabla periódica	31	5,4%
Enlace Químico	54	9,4%
Termoquímica	58	10,1%
Cinética Química	12	2,1%
Equilibrio Químico	65	11,3%
Ácido y Base	88	15,3%
Electroquímica	56	9,7%
Orgánica	47	8,2%
Formulación	96	16,7%

A continuación, en la tabla 4.2 y en la figura 4.2 se realiza un análisis por separado de preguntas propuestas y de reserva, al objeto de comprobar si hay diferencias importantes entre ellas, o si, por el contrario, ambas submuestras pueden ser consideradas parte de la misma población de preguntas, dando así sentido a que sean acumuladas en una muestra única.

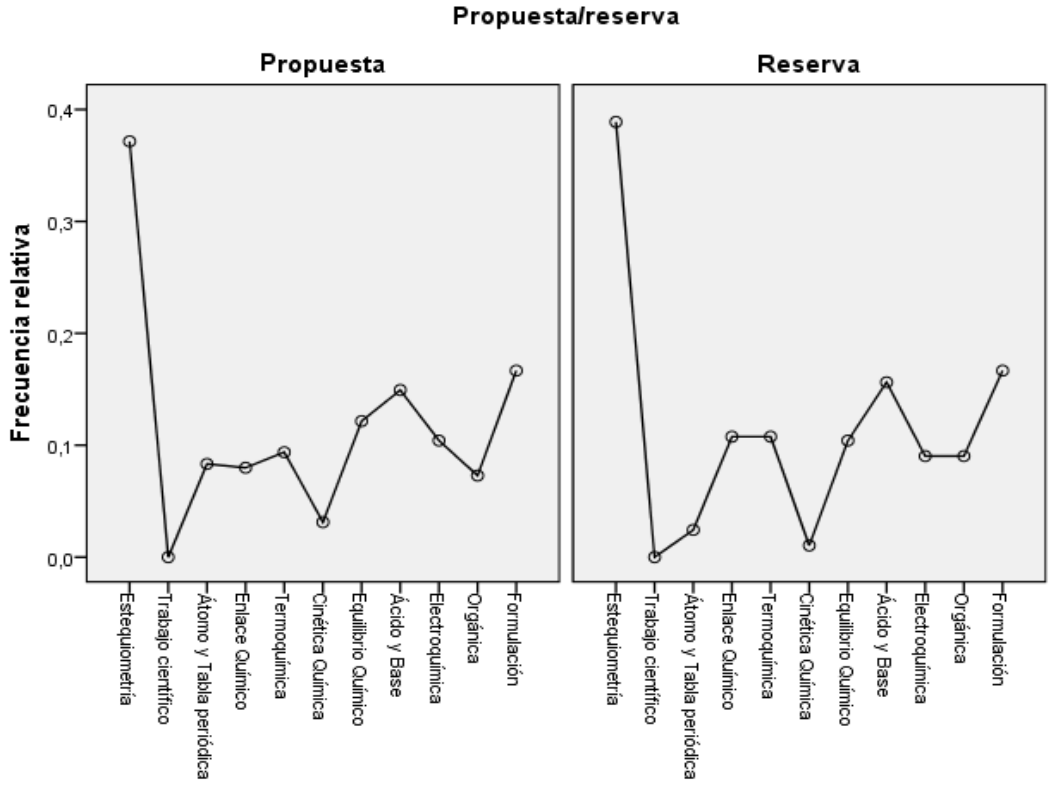
Puede verse en ambos casos que existe casi una plena coincidencia en los temas más abordados, y que apenas existen diferencias dignas de mención en los correspondientes porcentajes. Solo en el caso de la temática correspondiente a Átomo y Tabla periódica se aprecian diferencias estadísticamente significativas, con una mayor frecuencia de aparición en las preguntas propuestas que en las de reserva. Aun así, en términos globales se mantiene una misma tendencia a la baja en ambos casos, siendo de los temas menos preguntados, solo por delante del correspondiente a cinética química. Por ello, y para no romper la dinámica emprendida con los demás temas, decidimos aglutinar las preguntas de ambas submuestras en una sola más numerosa, que nos permitirá una mayor potencia estadística para hacer análisis cruzados.

Tabla 4.2.- Frecuencia y porcentaje de las preguntas propuestas/ reservas según temática abordada.

	Propuesta/reserva				X^2 (gl=1)	P
	Propuesta		Reserva			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Estequiometría	107	37,2%	112	38,9%	0,118	NS
Trabajo científico	0	0,0%	0	0,0%	-	-
Átomo y Tabla periódica	24	8,3%	7	2,4%	*	<0,01
Enlace Químico	23	8,0%	31	10,8%	*	NS
Termoquímica	27	9,4%	31	10,8%	*	NS
Cinética Química	9	3,1%	3	1,0%	*	NS
Equilibrio Químico	35	12,2%	30	10,4%	0,277	NS
Ácido y Base	43	14,9%	45	15,6%	0,013	NS
Electroquímica	30	10,4%	26	9,0%	*	NS
Orgánica	21	7,3%	26	9,0%	*	NS
Formulación	48	16,7%	48	16,7%	0,000	NS

* Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10%. NS Diferencias no significativas.

Figura 4.2.- Frecuencia relativa de las preguntas propuesta/reserva según temática abordada.



La tabla 4.3, por su parte, nos servirá para analizar similitudes o diferencias en las tendencias de las preguntas de la convocatoria de junio y de septiembre.

Tabla 4.3.- Frecuencia y porcentaje de las preguntas según temática abordada y convocatoria junio y septiembre.

	Convocatoria				**X^2 (gl=1)**	**P**
	Junio		**Septiembre**			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Estequiometría	55	38,2%	52	36,1%	0,059	NS
Trabajo científico	0	0,0%	0	0,0%	-	-
Átomo y Tabla periódica	12	8,3%	12	8,3%	*	NS
Enlace Químico	12	8,3%	11	7,6%	*	NS
Termoquímica	14	9,7%	13	9,0%	*	NS
Cinética Química	6	4,2%	3	2,1%	*	NS
Equilibrio Químico	16	11,1%	19	13,2%	0,130	NS
Ácido y Base	21	14,6%	22	15,3%	0,000	NS
Electroquímica	15	10,4%	15	10,4%	0,000	NS
Orgánica	10	6,9%	11	7,6%	0,000	NS
Formulación	24	16,7%	24	16,7%	0,000	NS

* Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10%. NS Diferencias no significativas.

Podemos comprobar que los porcentajes son muy parecidos en ambos casos. Más aún, puede decirse que existe una coincidencia casi absoluta, a tenor de que las diferencias son mínimas, y en ningún caso alcanzan los límites de significación estadística.

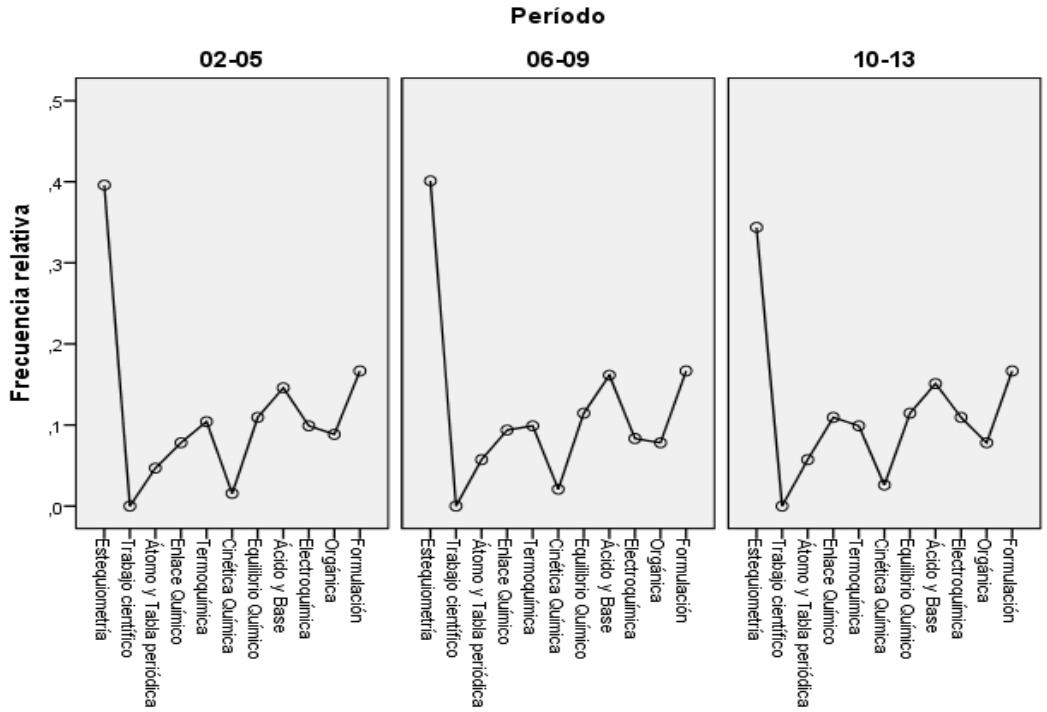
Para comprobar si ha habido variación en los porcentajes a lo largo de estos años, hemos dividido la muestra en tres grupos correspondientes a períodos de 4 años: a) de 2002 a 2005, b) de 2006 a 2009 y c) de 2010 a 2013.

En la tabla 4.4 y en la figura 4.3 aparecen la frecuencia y porcentaje de preguntas planteadas por temáticas, diferenciando estos periodos. En términos comparativos, se observa con el tiempo una cierta disminución de la proporción de preguntas de estequiometría, mientras que aumentan tímidamente las relativas a tabla periódica, enlace químico y cinética química.

Tabla 4.4.- Frecuencia y porcentaje de las preguntas según temática abordada por períodos.

	Período						X^2 (gl=2)	P
	2002-2005		2006-2009		2010-2013			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Estequiometría	76	39,6%	77	40,1%	66	34,4%	1,636	NS
Trabajo científico	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	-	-
Átomo y Tabla periódica	9	4,7%	11	5,7%	11	5,7%	0,273	NS
Enlace Químico	15	7,8%	18	9,4%	21	10,9%	1,103	NS
Termoquímica	20	10,4%	19	9,9%	19	9,9%	0,038	NS
Cinética Química	3	1,6%	4	2,1%	5	2,6%	0,511	NS
Equilibrio Químico	21	10,9%	22	11,5%	22	11,5%	0,035	NS
Ácido y Base	28	14,6%	31	16,1%	29	15,1%	0,188	NS
Electroquímica	19	9,9%	16	8,3%	21	10,9%	0,752	NS
Orgánica	17	8,9%	15	7,8%	15	7,8%	0,185	NS
Formulación	32	16,7%	32	16,7%	32	16,7%	0,000	NS
NS Diferencias no significativas.								

Figura 4.3.- Frecuencia relativa de las preguntas según temática abordada por períodos.



No obstante, en conjunto, se constata ciertamente poca evolución a lo largo de estos años, dado que en ningún caso las pequeñas diferencias apreciadas son estadísticamente significativas. Ni siquiera en la temática de Estequiometría, en la que se observa un descenso en su aparición del 5,2%, entre el primero y el último período, las diferencias llegan a alcanzar el umbral de significación estadística.

Finalmente, para concluir este apartado dedicado a temáticas abordadas en las preguntas, conviene realizar un análisis de superposición de temáticas dentro de una misma pregunta, ya que, recordemos, esto es una circunstancia que se presenta en algunos casos. En este sentido, aunque la mayoría de preguntas (74%) abarcaban solo un tema, alrededor de la cuarta parte (26%) abarcaba dos, ya sea porque contenían varios apartados o porque su resolución implicaba transversalmente contenidos de dos temas diferentes.

La Tabla 4.5 muestra la casuística de las distintas combinaciones encontradas que ilustran tal concurrencia, para lo que se ha contabilizado la frecuencia absoluta correspondiente. Por ejemplo, 42 preguntas abordaban simultáneamente los temas de estequiometría y termoquímica, de ahí que ese número aparezca justamente en la casilla de intersección de la fila y columna correspondiente. Conviene indicar que la estructura de la matriz es totalmente simétrica, dado que las categorías temáticas que aparecen en las filas y en las columnas son las mismas.

Tabla 4.5.- Concurrencia de temáticas abordadas en las preguntas.

	Estequio.	Tr.Cien.	Átomo	Enlace	Termo.	Cinética	Eq.Qº	Aci-base	Electroq.	Orgánica	Formulac.
Estequio.	**80***	0	0	0	42	0	28	22	36	11	0
Tr.Cien.	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Átomo	0	0	**30**	1	0	0	0	0	0	0	0
Enlace	0	0	1	**47**	0	0	0	0	0	6	0
Termo.	42	0	0	0	**14**	2	0	0	0	0	0
Cinética	0	0	0	0	2	**10**	0	0	0	0	0
Eq. Qº	28	0	0	0	0	0	**35**	2	0	0	0
Aci-base	22	0	0	0	0	0	2	**64**	0	0	0
Electroq.	36	0	0	0	0	0	0	0	**20**	0	0
Orgánica	11	0	0	6	0	0	0	0	0	**30**	0
Formulac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**96**

***** Los datos de la diagonal presentan las frecuencias de preguntas que abordan solo y únicamente el tema en cuestión.
Los datos sombreados intentan resaltar las frecuencias de cruce más elevadas.

Los datos de la diagonal corresponden a las preguntas que abarcan un solo tema, registrándose en tal caso la frecuencia de aparición correspondiente. Vemos que el tema que parece prestarse más a preguntas con dos temas concurrentes es el de estequiometría, sin duda por el carácter instrumental que posee al servicio de otros temas.

4.3.- Tipos de preguntas abordadas en las pruebas

La tabla 4.6 muestra la distribución de frecuencias a lo largo de las distintas categorías y subcategorías previstas por Smith et al. (2010). Antes de entrar a comentar los datos conviene que aclaremos el significado de cada columna.

Tabla 4.6.- Frecuencias y porcentajes por tipos de preguntas.

Categoría	Subcategoría	Número de codificaciones	Número de preguntas**	%***
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	174	150	26,0%
	Reconocer una definición	0		
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	227	245	42,6%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	95		
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	245		
	(Multietapa)*	(221)#		
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	114	181	31,4%
	Análisis de representaciones pictóricas	67		
	Análisis/Interpretación de datos	92		
	Predicción de resultados	139		
	TOTAL	1153 * codificaciones de subcategorías	576 preguntas	100%

Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
* Contabilizando todos los códigos asignados a cada pregunta, incluso si concurrían diferentes subcategorías dentro de una misma categoría.
** Contabilizando de forma prorrateada el número de preguntas en las que concurren códigos de dos categorías distintas.
*** Contabilizado respecto al total de preguntas (N=576).

En la primera columna de datos numéricos se contabiliza el número de códigos totales asignados a las preguntas, con independencia de si concurrían o no diferentes subcategorías dentro de una misma pregunta. En este sentido hay que decir que, habitualmente, una misma pregunta pudo categorizarse simultáneamente en dos o incluso tres subcategorías, dada la naturaleza compleja de algunos enunciados o su distribución en distintos apartados. Ello hace que el total de codificaciones efectuadas para las subcategorías fuese superior al número de preguntas, concretamente 1153 codificaciones frente a las 576 preguntas contempladas en las pruebas. Ello arroja un total de casi dos (1,96) codificaciones por pregunta, lo que hace que el número de codificaciones registradas sea casi el doble de las preguntas analizadas.

En la siguiente columna, para cada categoría se computa el número de preguntas que poseen algún código correspondiente a la misma, prorrateando aquellas en las que concurrían códigos de dos categorías distintas. Así, cuando en una misma pregunta concurrían códigos de dos categorías diferentes, se contabilizó como “0,5” para cada una de ellas. Con ello se pretendía que la suma total coincidiese justamente con el número total de preguntas; esto es, 576, para que los porcentajes resultantes de la tercera columna pudiesen interpretarse como el peso de la categoría en la configuración global de las pruebas.

Puede apreciarse que el mayor peso (42,6%) se corresponde con la categoría de preguntas Algorítmicas, y dentro de ellas, particularmente, la subcategoría de “Conversiones Microscópico-Simbólicas”, que parece acaparar la mayor parte, casi *exequo* con las “Conversiones Macroscópicas-Microscópicas”. La mayoría de estas preguntas se correspondían con tareas de resolución de problemas numéricos, de acuerdo a modelos-marco de resolución previamente aprendidos por los alumnos. Le sigue la categoría de preguntas Conceptuales (31,4%), con algo más de un tercio de las codificaciones registradas, y dentro de ellas las preguntas de “Predicción de resultados”, que parecen las más frecuentes seguidas de las de “Explicación de ideas subyacentes”. Finalmente, son las preguntas de Definición las más escasas (26,0%).

Cabe destacar especialmente de la tabla la baja proporción de preguntas que exigen el uso y trazado de representaciones pictóricas, a pesar de la importancia que tienen las imágenes en la modelización en Química (Blanco y Prieto, 1996; Matus, Perales y

Benarroch, 2008), al menos al nivel atómico y molecular, en el que se mueven muchos de los temas como estequiometría, átomo y Tabla Periódica, enlace químico o química orgánica.

A continuación en la tabla 4.7 se muestra la distribución de frecuencias por categoría, separando las preguntas propuestas de las de reserva, al objeto de comprobar hasta qué punto ambas submuestras son acumulables en una sola.

Tabla 4.7.- Frecuencia y porcentaje de las preguntas propuestas/ reservas según el tipo de pregunta.

Categoría	**Subcategoría**	**Propuesta/reserva**		**X^2 (gl=1)**	**P**
		Propuesta	**Reserva**		
		Frecuencia	Frecuencia		
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	90	84	0,206	NS
	Reconocer una definición	0	0	-	-
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	113	114	0,000	NS
	Análisis Dimensional-Macroscópico	45	50	0,202	NS
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	123	122	0,000	NS
	(Multietapa)*	(111)#	(110)#	0,000	NS
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	60	54	0,273	NS
	Análisis de representaciones pictóricas	26	41	3,310	NS
	Análisis/Interpretación de datos	56	36	4,670	<0,05
	Predicción de resultados	69	70	0,000	NS

Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.

*Contabilizando todos los códigos asignados a cada pregunta, incluso si concurrían diferentes subcategorías dentro de una misma categoría. NS Diferencias no significativas.

Ninguna de las diferencias detectadas es estadísticamente significativa, salvo el caso de las preguntas de Análisis e interpretación de datos, en la que se observa una mayor presencia en las preguntas propuestas que en las de reserva. Aun así, las diferencias no son especialmente notorias por lo que consideramos que los datos de ambas

submuestras son casi intercambiables y, por tanto, considerados pertenecientes a una misma población.

En la tabla 4.8 se hace un análisis análogo teniendo en cuenta esta vez si las preguntas son de la convocatoria de junio o de septiembre. Puede apreciarse que las proporciones son muy similares en ambos casos. En ninguno de ellos, la prueba del Chi-cuadrado arrojó diferencias que fueran significativas desde el punto de vista estadístico. Por tanto, los criterios de elaboración de pruebas desde el punto de vista del tipo de preguntas planteadas fueron básicamente los mismos, no cabiendo establecer diferencias entre ellas.

Tabla 4.8.- Frecuencia y porcentaje de las preguntas junio/septiembre según el tipo de pregunta.

Categoría	**Subcategoría**	**Propuesta/reserva**		**X^2 (gl=1)**	**P**
		Junio	**Septiembre**		
		Frecuencia	Frecuencia		
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	43	47	0,145	NS
	Reconocer una definición	0	0	-	-
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	59	54	0,000	NS
	Análisis Dimensional-Macroscópico	23	22	0,233	NS
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	64	59	0,235	NS
	(Multietapa)*	(58)#	(53)#		
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	29	31	0,021	NS
	Análisis de representaciones pictóricas	14	12	**	NS
	Análisis/Interpretación de datos	24	32	1,086	NS
	Predicción de resultados	33	36	0,076	NS

Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.

*Contabilizando todos los códigos asignados a cada pregunta, incluso si concurrían diferentes subcategorías dentro de una misma categoría.

** Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10%. NS Diferencias no significativas.

En la tabla 4.9 se muestra otro análisis similar a los dos anteriores, pero esta vez comparando los distintos periodos de tiempo. Se aprecian diferencias muy pequeñas entre los tres períodos, cuando se comparan una a una las frecuencias correspondientes a las diferentes categorías de análisis. De este modo, aparecen cambios muy pequeños, diríamos casi residuales, que en ningún caso llegan a alcanzar cotas de significatividad estadística, si bien los datos apuntan hacia una leve tendencia hacia la disminución de preguntas de tipo "Algorítmica" y el aumento de preguntas "Conceptuales". Mientras tanto, en el caso de las preguntas de "Definición" se aprecia un comportamiento irregular alternante.

Tabla 4.9.- Frecuencia relativa por preguntas y períodos.

Categoría	**Subcategoría**	**Período**			**X^2 (gl=2)**	**P**
		02-05	**06-09**	**10-13**		
		Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia		
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	64	52	58	1,119	NS
	Reconocer una definición	0	0	0	-	-
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	78	75	74	1,189	NS
	Análisis Dimensional-Macroscópico	35	31	29	0,706	NS
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	85	80	80	0,355	NS
	(Multietapa)*	(79)*	(71)*	(71)*		
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	30	40	44	3,493	NS
	Análisis de representaciones pictóricas	20	19	28	2,395	NS
	Análisis/Interpre-tación de datos	23	35	34	3,581	NS
	Predicción de resultados	42	46	51	1,155	NS

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas. NS Diferencias no significativas.

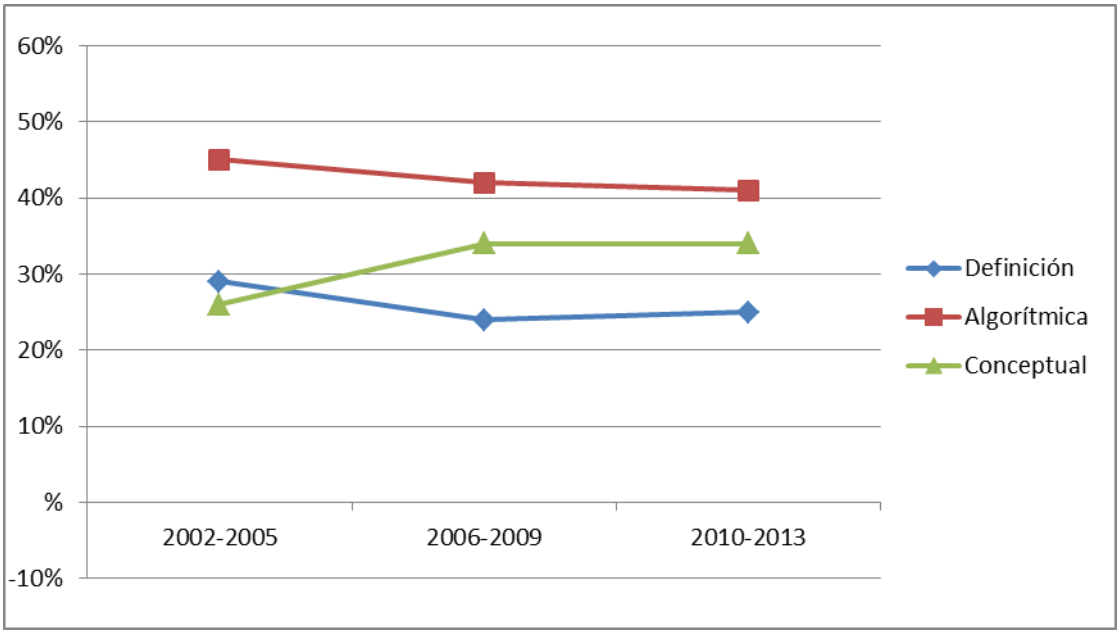
Dicha tendencia parece confirmarse, e incluso amplificarse, si se agrupan los resultados de las diferentes subcategorías, como se hace en la tabla 4.10.

Así, podemos observar cómo en la tabla 4.10 y la figura 4.4 se presenta los porcentajes agrupados de cada una de las tres grandes categorías, a lo largo de los tres períodos de tiempo en los que hemos dividido los años analizados.

Tabla 4.10.- Evolución con el tiempo del peso de los distintos tipos de preguntas.

Categoría	Período		
	02-05	06-09	10-13
	%	%	%
Definición	29,5%	24,0%	25%
Algorítmica	44,6%	42,4%	40,8%
Conceptual	26,4%	33,6%	34,3%

Figura 4.4.- Evolución con el tiempo de las pruebas de acceso.



De los datos se desprende una cierta disminución con el tiempo de preguntas algorítmicas -y de definición también al pasar del primero al segundo período- en beneficio de las de tipo conceptual, acompañado de un cierto aumento de las de tipo conceptual. Sin embargo, si tales cambios son sometidos a la prueba estadística del X^2

ésta nos dice que el grado de asociación detectado entre proporciones y períodos de tiempo no llega a resultar estadísticamente significativo: X^2= 4,0436; gl= 4; p > 0,4.

4.4.- Aspectos de la competencia científica evaluados en las pruebas

Procederemos ahora a analizar la frecuencia con la que aparecen evaluados en las pruebas distintos aspectos de la competencia científica, relacionados con "saber química", "hacer/trabajar en química" y con "actitudes y valores en química". En realidad, como ya advertimos, una competencia es algo más complejo que las meras subdimensiones que se manejan, ya que podría y deberían integrar en esencia aspectos tantos del saber, como del hacer y de actitudes y valores.

4.4.1.- Aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química"

En la tabla 4.11 y figura 4.5 se muestra la frecuencia con la que aparecen distintos aspectos de la competencia científica especialmente comprometidos con el aprendizaje de conocimientos teóricos, que son los que aparecen encuadrados habitualmente bajo el paraguas de "saber química".

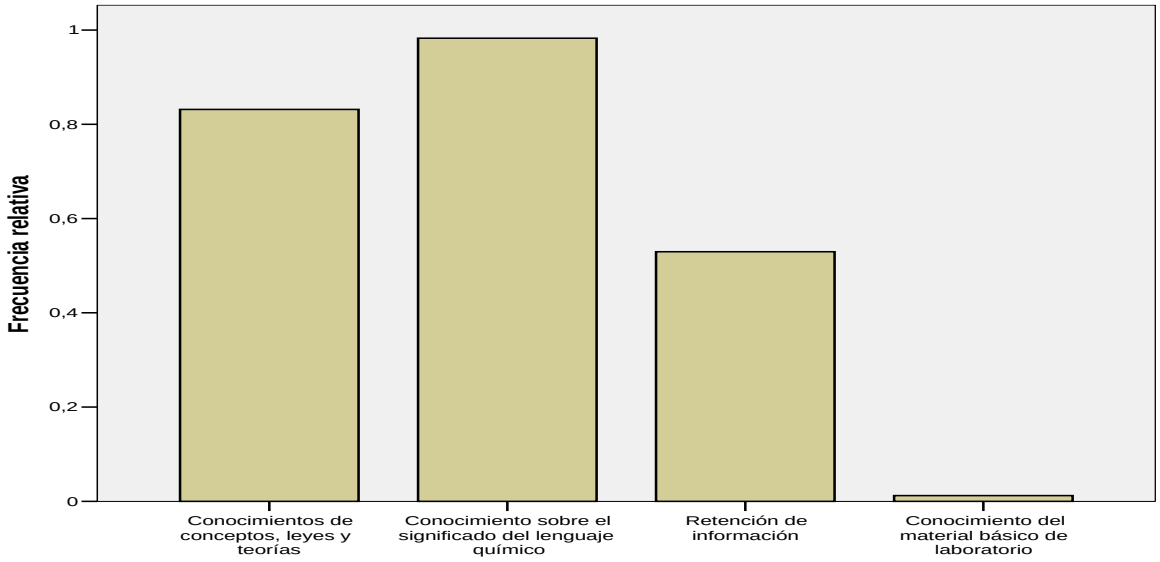
Tabla 4.11.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química".

Aspectos evaluados	Presencia	
	Frecuencia	%
Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	479	83,2%
Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	566	98,3%
Retención de información	305	53,0%
Conocimiento del material básico de laboratorio	7	1,2%

Se aprecia que prácticamente en casi todas las preguntas de las pruebas, es necesario el conocimiento sobre el significado del lenguaje químico (fórmulas, ecuaciones químicas, configuraciones electrónicas, etc.), y en una gran mayoría también los conocimientos de conceptos, leyes y teorías básicas en Química. Esto es un resultado

totalmente lógico, por cuanto el desarrollo de la competencia científica exige siempre el uso de conocimientos básicos teóricos sobre el dominio en cuestión, en este caso de química.

Figura 4.5.- Diagrama de barras con las frecuencias de aparición de diferentes aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química".



Algo más de la mitad de las preguntas requieren que el alumno retenga de forma memorística algún tipo de información para la resolución de la misma, y solo en un 1,2% de las preguntas se pide que el alumno tenga conocimiento del material básico de laboratorio, porcentaje que nos parece extraordinariamente bajo en relación a los datos restantes.

A continuación, con la tabla 4.12 haremos un análisis por separado de las preguntas de reservas de las propuestas al objeto de comprobar si ambas forman parte de una misma población y, por tanto, acumulables en una única muestra.

De ella se deduce que no hay apenas diferencias en relación a los porcentajes mencionados anteriormente. No obstante, se detectan algunas variaciones pequeñas entre una y otra muestra de preguntas.

Tabla 4.12.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química" según si son preguntas propuestas o de reserva.

Aspectos evaluados	Propuesta/reserva				X^2 (gl=1)	P
	Propuesta		Reserva			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	239	83,0%	240	83,3%	0,000	NS
Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	278	96,5%	288	100,0%	*	<0,01
Retención de información	166	57,6%	139	48,3%	4,711	<0,05
Conocimiento del material básico de laboratorio	2	0,7%	5	1,7%	*	NS

* Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10% o superiores al 90%.
NS Diferencias no significativas.

Así, en las preguntas propuestas, resulta algo mayor el número de preguntas sobre retención de información que en las preguntas de reserva, mientras que la proporción se hace ligeramente superior en las preguntas sobre conocimiento del lenguaje químico en las de reserva, aunque en ambos casos rozando o alcanzando el 100%.

Esas pequeñas diferencias alcanzan el umbral de significación estadística en el caso del conocimiento del lenguaje y de retención de información. Así, se aprecia en esos casos que la prueba del Chi-cuadrado de homogeneidad de porcentajes arroja diferencias estadísticamente significativas. Pero realmente las variaciones son tan sutiles, y se aprecian en categorías con frecuencias de aparición tan extremas, que deberían interpretarse más en términos de efectos de "regresión a la media[1]". De ahí que

[1] La regresión a la media es un conocido efecto de sesgo estadístico, según el cual ante valores extremos de un determinado dato, sea muy grande o muy pequeño, la probabilidad de que otros con los que se comparan sean iguales o más extremos aún, es menor que la probabilidad de que estos otros sean más próximos al valor intermedio de la escala.

aglutinásemos finalmente los datos procedentes de ambas submuestras en una única global.

En la tabla 4.13 se realiza un estudio análogo al anterior, pero esta vez comparando las preguntas de la convocatoria de junio y de septiembre.

Tabla 4.13.- Frecuencia de aparición de los aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química" según sean preguntas de junio o de septiembre.

Aspectos evaluados	Convocatoria				X^2 (gl=1)	P
	Junio		Septiembre			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	120	83,3%	119	82,6%	0,000	NS
Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	139	96,5%	139	96,5%	*	NS
Retención de información	81	56,3%	85	59,0%	0,128	NS
Conocimiento del material básico de laboratorio	1	0,7%	1	0,7%	*	NS

* Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10% o superiores al 90%. NS Diferencias no significativas.

Volvemos a encontrar que hay bastante coincidencia entre las preguntas de ambas convocatorias, y que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los casos en función de la convocatoria, junio frente a septiembre.

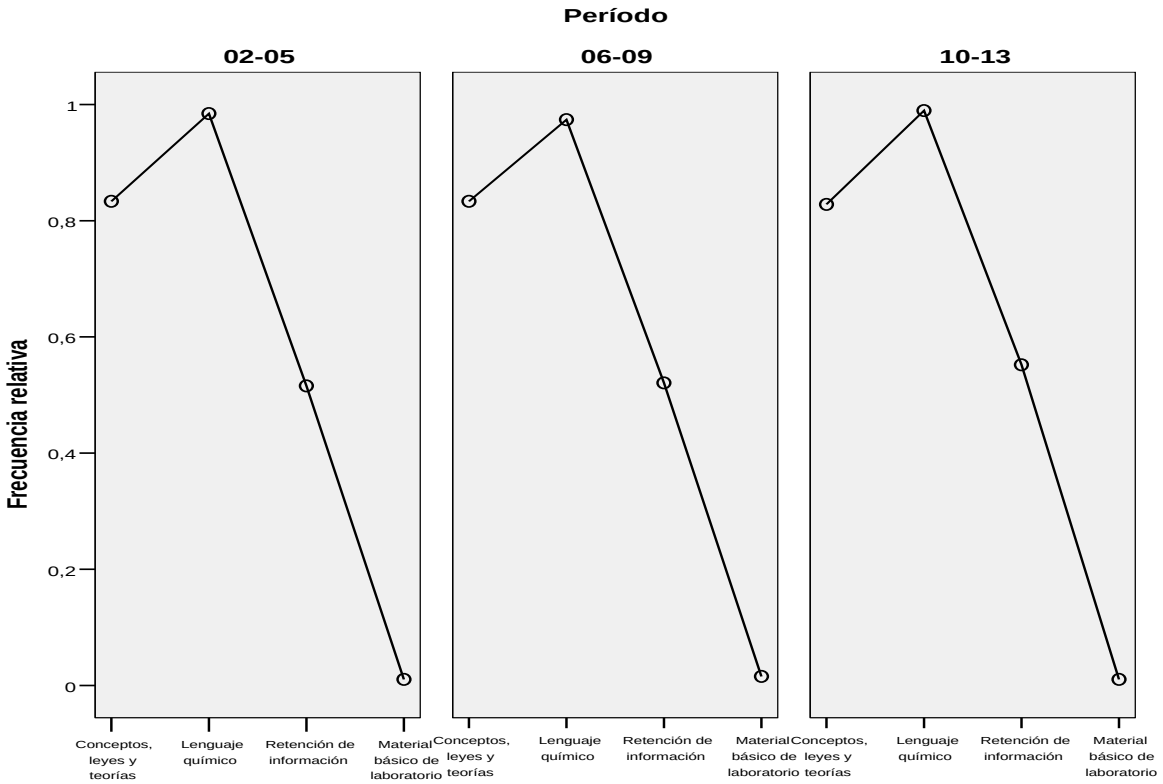
En la tabla 4.14 y figura 4.6 se hace un análisis análogo teniendo en cuenta esta vez los distintos períodos de cuatro años antes comentados, lo que nos permite tener una perspectiva evolutiva con el tiempo.

Se observa gran similitud en los perfiles correspondientes, lo que sugiere una cierta invarianza con el tiempo de los aspectos de la competencia científica evaluados en esta dimensión. De hecho, la prueba del Chi-cuadrado nos muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los casos.

Tabla 4.14.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química" en función de cada período.

Aspectos evaluados	Período						X^2 (gl=1)	P
	02-05		06-09		10-13			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	160	83,3%	160	83,3%	159	82,8%	0,025	NS
Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	189	98,4%	187	97,4%	190	99,0%	1,425	NS
Retención de información	99	51,6%	100	52,1%	106	55,2%	0,599	NS
Conocimiento del material básico de laboratorio	2	1,0%	3	1,6%	2	1,0%	0,289	NS

Figura 4.6.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Saber química" en función de cada período.



4.4.2.- Aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química" que estuvieron presentes

De los 12 aspectos manejados en el análisis solo 6 estuvieron presentes en las preguntas, concretamente los siguientes: realizar cálculos y aplicaciones directas, realizar predicciones y formular hipótesis, analizar e interpretar situaciones o argumentar en torno a ellas, manejar distintos tipos de representaciones químicas, uso de herramientas matemáticas, y manejo adecuado de material de laboratorio. En la tabla 4.15 se muestra la frecuencia de aparición correspondiente a cada aspecto.

Tabla 4.15.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química".

Aspectos evaluados	Presencia	
	Frecuencia	%
Realizar cálculos y aplicaciones directas	426	74,0%
Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	72	12,5%
Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	143	24,8%
Manejar distintos tipos de representaciones químicas	42	7,3%
Uso de herramientas matemáticas	100	17,4%
Manejo adecuado del material básico de laboratorio	7	1,2%

Puede verse que, en la mayoría de las preguntas (74%), se ven implicados cálculos y aplicaciones directas. Mientras tanto, las otras destrezas se demandan en muchas menos ocasiones. Concretamente, le siguen con un 24,8%, la capacidad de razonamiento, análisis, interpretación y argumentación, y con un 17,4% el uso de herramientas matemáticas. Los aspectos que aparecen con menor frecuencia en las preguntas son los correspondientes a ser capaz de formular predicciones e hipótesis, manejar distintos tipos de representaciones químicas y el uso adecuado del material de laboratorio.

Puede verse, de nuevo, que son los procesos relacionados con el trabajo experimental y de laboratorio, aquellos que, en términos comparativos, adquieren un menor relieve. Ello sugiere un perfil bajo de estas pruebas desde el punto de vista de la experimentación en química.

Así mismo, acompañan a estas dos destrezas la capacidad para manejar distintos sistemas de representación química, que constituye una de las bases de lo que viene hoy a denominarse como competencia de modelización, y que también parece poco valorada. En la tabla 4.16 se realiza el análisis separando las preguntas propuestas de las de reserva.

Tabla 4.16.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química" según sean preguntas propuestas o de reserva.

Aspectos evaluados	**Propuesta/reserva**				**X^2 (gl=1)**	**P**
	Propuesta		**Reserva**			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Realizar cálculos y aplicaciones directas	215	74,7%	211	73,3%	0,081	NS
Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	34	11,8%	38	13,2%	0,143	NS
Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación , argumentación	73	25,3%	70	24,3%	0,037	NS
Manejar distintos tipos de representaciones químicas	17	5,9%	25	8,7%	*	NS
Uso de herramientas matemáticas	55	19,1%	45	15,6%	0,980	NS
Manejo adecuado del material básico de laboratorio	2	0,7%	5	1,7%	*	NS

* Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10%. NS Diferencias no significativas.

La prueba del Chi-cuadrado puso de manifiesto que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de presencia de los distintos aspectos evaluados para la competencia científica, en función de si eran preguntas "propuestas" o "de reserva". Por tanto, puede decirse que las pruebas no difieren en los indicadores considerados y que pueden tratarse en una muestra única.

La tabla 4.17 ofrece un análisis similar, pero esta vez comparando datos procedentes de la convocatoria de junio o de septiembre.

Tabla 4.17.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química" separando convocatoria junio/septiembre.

Aspectos evaluados	**Convocatoria**				**X^2 (gl=1)**	**P**
	Junio		**Septiembre**			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Realizar cálculos y aplicaciones directas	107	74,3%	108	75,0%	0,000	NS
Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	15	10,4%	19	13,2%	0,300	NS
Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	38	26,4%	35	24,3%	0,073	NS
Manejar distintos tipos de representaciones químicas	8	5,6%	9	6,3%	*	NS
Uso de herramientas matemáticas	24	16,7%	31	21,5%	0,809	NS
Manejo adecuado del material básico de laboratorio	1	0,7%	1	0,7%	*	NS

* Se aplica la prueba exacta de Fisher dado que los porcentajes residuales que se comparan son inferiores al 10%. NS Diferencias no significativas.

Cabe destacar que hay un ligero aumento en septiembre del porcentaje de preguntas sobre uso de herramientas matemáticas, y pequeñas fluctuaciones en el porcentaje del resto de subdimensiones. No obstante, la prueba del Chi-cuadrado puso de manifiesto que no existen diferencias significativas para ninguna de las destrezas evaluadas entre preguntas de "junio" y de "septiembre". Por tanto, puede decirse que las pruebas no difieren en los indicadores considerados y que pueden tratarse en una muestra única también.

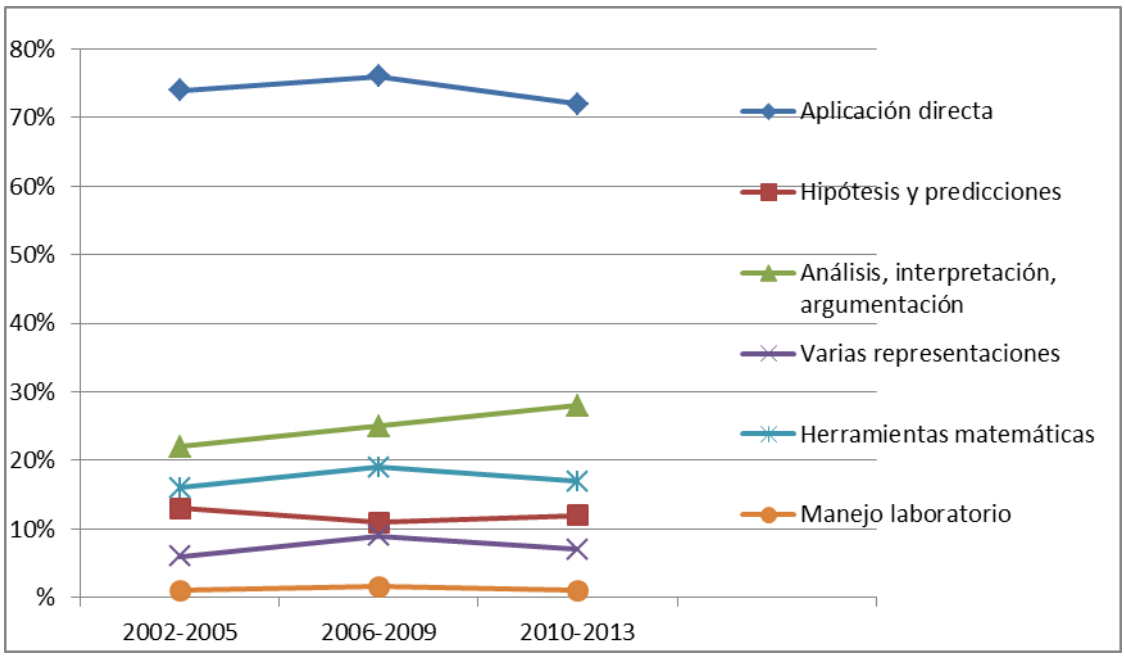
En la tabla 4.18 y en la figura 4.7 se hace el análisis por períodos.

Tabla 4.18.- Frecuencia de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química" por períodos.

Aspectos evaluados	Período						X^2 (gl=1)	P
	02-05		06-09		10-13			
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Realizar cálculos y aplicaciones directas	143	74,5%	146	76,0%	137	71,4%	1,136	NS
Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	26	13,5%	22	11,5%	24	12,5%	0,381	NS
Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	42	21,9%	48	25,0%	53	27,6%	1,693	NS
Manejar distintos tipos de representaciones químicas	12	6,3%	17	8,9%	13	6,8%	1,079	NS
Uso de herramientas matemáticas	31	16,1%	36	18,8%	33	17,2%	0,460	NS
Manejo adecuado del material básico de laboratorio	2	1,0%	3	1,6%	2	1,0%	0,289	NS

Se aprecia un ligero aumento en la proporción de preguntas sobre análisis y argumentación a lo largo de los años, a costa de una cierta disminución, aunque muy leve y repartida, en la proporción de algunas de las otras destrezas evaluadas. No obstante, las diferencias son pequeñas en todos los casos y no se supera en ninguno el límite de significación estadística. En efecto, la prueba del Chi-cuadrado puso de manifiesto que no existe variaciones con el tiempo estadísticamente significativas en ninguna de las destrezas contempladas.

Figura 4.7.- Porcentajes de aparición de aspectos de la competencia científica relacionados con "Hacer/trabajar en química".



4.4.3.- Aspectos no evaluados

Junto a las subdimensiones ya analizadas, con mayor o menor presencia según los casos a lo largo de las pruebas, detectamos un importante conjunto de ellas que no han sido evaluadas en ninguna ocasión, y no por ello debieran ser consideradas de menor importancia. Éstas suponen justo la mitad de las destrezas correspondientes a "hacer/trabajar en química" y la totalidad de las relacionadas con actitudes y valores.

Entre las primeras, encontramos las siguientes:

- Observar, analizar situaciones y plantear problemas en términos de los conocimientos de química de los que se dispone.
- Concebir estrategias de resolución de problemas ante situaciones de la vida diaria.
- Ser capaz de diseñar experiencias y experimentos dirigidos a ahondar en el conocimiento y someter a prueba las hipótesis manejadas.
- Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información.
- Competencia digital en el trabajo y en el aprendizaje en química.

- Capacidad para realizar estimaciones y aproximaciones.

Mientras tanto, el segundo grupo abarca las siguientes otras:

- Actitud de curiosidad y espíritu crítico.
- Valoración de la utilidad e importancia de la química para nuestras vidas y en el mundo actual.
- Valorar la naturaleza empírica de los hechos en química y la naturaleza racional de sus teorías.
- Conceptualizar el conocimiento en química como algo provisional, que puede cambiar y evolucionar con el tiempo.
- Concebir y aceptar el carácter limitado y aproximativo del conocimiento científico (el de la química en particular), y no como verdades absolutas.
- Valorar el rigor y la precisión como ingredientes importantes dentro de la química.
- Concebir la química como una actividad colectiva dentro de la comunidad científica, más como fruto de la labor de químicos aislados.
- Valorar los riesgos del trabajo de laboratorio y conocer y poner en práctica las normas básicas de seguridad.
- Comprender y ser capaz de establecer relaciones dentro del polinomio "Química-Tecnología-Sociedad".
- Valores y actitudes responsables, y acciones que contribuyan a un futuro sostenible.

Aunque algunas de estas subdimensiones, particularmente aquellas relacionadas con actitudes hacia la química, son difíciles de evaluar en una prueba de examen, otras en cambio si serían factibles de serlo, lo que evidencia una cierta carencia de las pruebas en su conjunto. Volveremos a este punto de forma más amplia y detallada en el apartado de discusión de este capítulo.

4.5.- Tipos de preguntas planteadas en función de la temática abordada

En este apartado se ofrece un análisis pormenorizado del tipo de preguntas planteadas según las distintas temáticas de química. Se trata de un análisis similar al que efectuamos en el apartado 4.3 de este mismo capítulo, pero esta vez diferenciando cada uno de los temas del currículum que cubren las pruebas de acceso.

Se pretende así acceder a información que muestre las singularidades de los distintos temas del currículum, ya que unos se pueden llegar a prestar mejor que otros a determinado tipo de preguntas, aunque también es posible que algunas asociaciones frecuentes y hegemónicas revelen estereotipos que sesgan involuntariamente la construcción de preguntas de evaluación.

4.5.1.- Tipos de preguntas para temáticas de "Estequiometría"

En la tabla 4.19 se muestran las frecuencias y porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de estequiometría. Tanto en ésta como en las siguientes tablas que aportaremos para el resto de temáticas, los porcentajes (**) se contabilizan respecto al número total de preguntas que abordan la temática correspondiente, en este caso, estequiometría (N=219).

Tabla 4.19.- Tipo de preguntas para temáticas de Estequiometría.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=219)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	10	4,6%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	200	91,3%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	93	42,5%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	194	88,6%
	(Multietapa)*	(196)*	(89,5%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	10	4,6%
	Análisis de representaciones pictóricas	0	0,00%
	Análisis/Interpretación de datos	15	6,8%
	Predicción de resultados	9	4,1%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de estequiometría.

Se observa que el mayor peso en la evaluación en esta temática se encuentra en preguntas algorítmicas, la mayor parte de ellas de tipo multietapa. En contraste, apenas se plantean cuestiones teóricas tipo de definición, como tampoco de naturaleza conceptual. Estas últimas son precisamente las que inciden en evaluar destrezas relacionadas con la capacidad o competencia de modelización del alumnado.

Cabe destacar especialmente la total ausencia de preguntas vinculadas al análisis de representaciones pictóricas, que son las que pueden aportarnos información sobre cómo imaginan los alumnos la composición de las sustancias que intervienen y los procesos químicos que analizan, por ejemplo el significado que otorgan a una fórmula o a una ecuación química (Yarroch, 1985; Aragón, 2012).

4.5.2.- Tipos de preguntas para temáticas sobre "Átomo y Tabla periódica"

En la tabla 4.20 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas planteadas para la temática de átomo y tabla periódica.

Tabla 4.20.- Tipos de preguntas según la temática de Átomo y Tabla periódica.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=31)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	14	45,2%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	0	0,0%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	0	0,0%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	0	0,0%
	(Multietapa)*	(0)*	(0,0%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	7	22,6%
	Análisis de representaciones pictóricas	0	0,00%
	Análisis/Interpretación de datos	27	87,1%
	Predicción de resultados	16	51,6%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de átomo y tabla periódica.

Se constata, como vemos, que en esta temática no hay preguntas del tipo algorítmico y que el mayor peso en la evaluación corresponde a preguntas del tipo conceptual, en

especial las correspondientes a análisis e interpretación de datos y, en menor medida de predicción de resultados y de explicación de ideas. Aparecen, por otra parte, pocas preguntas de definición. Estos resultados son ciertamente lógicos teniendo en cuenta que no es éste un tema que se preste al planteamiento de problemas numéricos, que son los que mejor concuerdan dentro del formato de preguntas algorítmicas. Destaca, sin embargo, de nuevo, la nula aparición de preguntas sobre análisis de representaciones pictóricas, haciendo por tanto descansar casi todo el peso de las explicaciones del alumnado, en respuestas de tipo verbal.

4.5.3.- Tipos de preguntas para temáticas de "Enlace químico"

En la tabla 4.21 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de enlace químico.

Tabla 4.21.- Tipos de preguntas según la temática de Enlace químico.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=54)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	7	13,0%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	0	0,0%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	0	0,0%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	0	0,0%
	(Multietapa)*	(0)*	(0,0%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	48	88,9%
	Análisis de representaciones pictóricas	41	75,9%
	Análisis/Interpretación de datos	5	9,3%
	Predicción de resultados	47	87,0%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de enlace químico.

Como era de esperar para esta temática, tampoco aparecen preguntas de tipo algorítmico. La inmensa mayoría son preguntas del tipo conceptual con porcentajes altos de explicación de ideas subyacentes, de predicción de resultados y, esta vez también, de análisis de representación pictórica. Esta mayor presencia del análisis de representaciones visuales se debe, sin duda, a la importancia concedida en este tema a

los diagramas de representación del enlace químico, en especial a los diagramas de Lewis y a la representación de la geometría molecular (Chaves et al., 2010). Por otro lado, apenas hay preguntas de definición, de recordar, comprender o aplicar una definición.

4.5.4.- Tipos de preguntas para temáticas de "Termoquímica"

En la tabla 4.22 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de termoquímica.

Tabla 4.22.- Tipos de preguntas según la temática de Termoquímica.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=58)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	4	6,9%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	40	69,0%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	12	20,7%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	49	84,5%
	(Multietapa)*	(42)*	(72,4%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	5	8,6%
	Análisis de representaciones pictóricas	1	1,7%
	Análisis/Interpretación de datos	5	8,6%
	Predicción de resultados	2	3,4%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de termoquímica.

Mayoritariamente se presentan como preguntas de tipo algorítmicas, predominando las conversiones microscópico-simbólicas y las de tipo macroscópicas-microscópicas, y abundando las que implican procesos multietapas. Apenas hay preguntas de tipo conceptual, y menos aún de definición.

Por tanto, como ya ocurriera con el tema de estequiometría, también aquí se aporta una visión excesivamente operativa y cuantitativa del tema, subestimando en cierta forma los aspectos conceptuales cualitativos de este tema, que apenas se evalúan.

4.5.5.- Tipos de preguntas para temáticas de "Cinética química"

En la tabla 4.23 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de cinética química.

Tabla 4.23.- Tipos de preguntas según la temática de Cinética química.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=12)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	8	66,7%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	0	0,0%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	0	0,0%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	1	8,3%
	(Multietapa)*	(0)*	(0,0%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	1	8,6%
	Análisis de representaciones pictóricas	3	25,0%
	Análisis/Interpretación de datos	7	58,3%
	Predicción de resultados	2	16,7%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de cinética química.

Realmente, al tratarse de muy pocas preguntas sobre esta temática, resulta complicado poder extraer pautas de criterios considerados a la hora de plantearlas. No obstante, dentro de estos límites, se aprecia que predominan preguntas del tipo de recordar, comprender y aplicar una definición, seguidas de las de tipo conceptual en especial de análisis e interpretación de datos. Prácticamente no aparecen preguntas algorítmicas, lo cual es normal dado el enfoque esencialmente cualitativo que tiene este tema dentro del currículum de bachillerato.

4.5.6.- Tipos de preguntas para temáticas de "Equilibrio químico"

En la tabla 4.24 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de equilibrio químico.

Tabla 4.24.- Tipos de preguntas según la temática de Equilibrio químico.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N= 65)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	1	1,5%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	31	47,7%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	19	29,2%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	46	70,8%
	(Multietapa)*	(33)*	(50,8%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	4	6,15%
	Análisis de representaciones pictóricas	0	0,0%
	Análisis/Interpretación de datos	29	44,8%
	Predicción de resultados	25	38,5 %

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de equilibrio químico.

El mayor peso corresponde a preguntas algorítmicas, sobre todo del tipo de conversiones microscópico-simbólicas, frecuentemente además de carácter multietapa. También aparecen preguntas conceptuales, entre las que predominan las de análisis e interpretación de datos. Prácticamente no hay preguntas de definición. De nuevo aquí se aprecia una total ausencia de preguntas que impliquen el manejo de representaciones pictóricas de tipo visual, a pesar de los frecuentes errores de comprensión que tienen los alumnos en este tema y que tan solo pueden revelarse y superarse a partir del uso de representaciones visuales que ilustren qué ocurre realmente en un equilibrio químico. De este modo, la comprensión de que el equilibrio químico no supone que reactivos y productos estén en compartimentos estancos, o el propio carácter dinámico del equilibrio químico (Johnstone et al., 1977; Furió y Ortiz, 1983; Gorodetsky y Gussarsky, 1986; Quílez-Pardo y San José, 1995; Rocha et al., 2000), son ideas que solo pueden entenderse, y por tanto solo pueden evaluarse, a través de representaciones visuales a nivel de lo que ocurre en el mundo submicroscópico. Sin embargo, como decimos, preguntas de este tipo están totalmente ausentes en estas pruebas.

4.5.7.- Tipos de preguntas para temáticas de "Ácido-base"

En la tabla 4.25 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de ácido y base.

Tabla 4.25.- Tipos de preguntas según la temática de Ácido y base.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=88)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	9	10,2%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	45	51,1%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	5	5,7%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	47	53,4%
	(Multietapa)*	(42)*	(47,7%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	28	31,8%
	Análisis de representaciones pictóricas	1	1,1%
	Análisis/Interpretación de datos	0	0%
	Predicción de resultados	34	38,6%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de ácido y base.

Los datos respecto al tipo de preguntas en este tema guardan, como vemos, cierta similitud con el tema de equilibrio químico. También en este caso, con frecuencia, aparecen preguntas tanto algorítmicas como conceptuales o de definición. El mayor porcentaje corresponde a preguntas de tipo algorítmicas, tanto de conversiones microscópico-simbólicas como macroscópicas-microscópicas, la mayoría de ellas con perfil multietapa. Sin embargo, en este caso, dentro de las conceptuales, predominan las de predicción de resultados y las de explicación de ideas subyacentes, mientras que no se incluye ninguna de análisis e interpretación de datos. También, como se observa en la tabla, aparecen preguntas de recordar, comprender o aplicar una definición.

4.5.8.- Tipos de preguntas para temáticas de "Electroquímica"

En la tabla 4.26 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de electroquímica.

Tabla 4.26.- Tipos de preguntas según la temática de Electroquímica.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N=56)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	8	6,3%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	37	29,4%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	15	11,9%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	37	29,4%
	(Multietapa)*	(37)*	(66,1%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	8	6,3%
	Análisis de representaciones pictóricas	9	7,1%
	Análisis/Interpretación de datos	11	8,7%
	Predicción de resultados	1	0,8%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de electroquímica.

En las pruebas encontramos preguntas de electroquímica tanto de definición, como algorítmicas y conceptuales, pero con un claro predominio de las segundas, especialmente las que implican conversiones macroscópico-microscópicas, conversiones microscópico-simbólicas y, sobre todo, de tipo multietapa. De las conceptuales son mayoritarias las de análisis e interpretación de datos, y también aparecen preguntas de recordar, comprender y aplicar una definición. De nuevo aquí se aprecia un claro sesgo de lo cuantitativo respecto a lo cualitativo, como se desprende del hecho de que el 70% de las codificaciones realizadas se refieran a preguntas de tipo algorítmicas, frente a solo el 30% que implica preguntas conceptuales o de definición.

4.5.9.- Tipos de preguntas para temáticas de "Química orgánica"

En la tabla 4.27 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de química orgánica.

Tabla 4.27.- Tipos de preguntas según la temática de Química orgánica.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N= 47)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	32	68,1%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	0	0,0%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	0	0,0%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	0	0,0%
	(Multietapa)*	(0)*	(0,0%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	7	14,9%
	Análisis de representaciones pictóricas	17	36,2%
	Análisis/Interpretación de datos	2	4,2%
	Predicción de resultados	15	31,9%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Contabilizado respecto al número de preguntas totales en las que intervienen cuestiones sobre el tema de química orgánica.

Las preguntas correspondientes a este tema son conceptuales o bien de definición. No hay preguntas algorítmicas de este tema, lo que es normal dada la orientación esencialmente cualitativa que tiene la química orgánica, sobre todo a estos niveles. Cabe señalar, en este sentido, que las preguntas donde en el enunciado aparecía un compuesto orgánico pero después el alumno no necesitaba aplicar conocimientos de química orgánica para resolverla, no fueron clasificadas en esta temática.

Por otro lado, predominan las preguntas del tipo de recordar, comprender o aplicar una definición y las de análisis de representaciones pictóricas.

4.5.10.- Tipos de preguntas para temáticas de "Formulación"

En la tabla 4.28 se muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de preguntas para la temática de formulación. En este caso se asignó un solo código por pregunta, ya que sistemáticamente las preguntas sobre formulación se codificaron como preguntas de Recordar, comprender o aplicar una definición.

Tabla 4.28.- Tipos de preguntas según la temática de Formulación.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	% (N= 96)**
Definición	Recordar, comprender o aplicar una definición	96	100,0%
	Reconocer una definición	0	0,0%
Algorítmica	Conversiones Macroscópicas – Microscópicas	0	0,0%
	Análisis Dimensional-Macroscópico	0	0,0%
	Conversiones Microscópico-Simbólicas	0	0,0%
	(Multietapa)*	(0)*	(0,0%)*
Conceptual	Explicación de ideas subyacentes	0	0,0%
	Análisis de representaciones pictóricas	0	0,0%
	Análisis/Interpretación de datos	0	0,0%
	Predicción de resultados	0	0,0%

* Valores ya incluidos en las otras categorías de preguntas de tipo algorítmicas.
** Suma más del 100% pues una misma pregunta podía clasificarse en más de una categoría.

Todas las preguntas de esta temática fueron clasificadas de principio como de definición, ya que no suponen más que recordar, comprender o aplicar directamente una definición, o incluso en muchos casos solamente la memorización de la propia fórmula química a medida que se adquiere familiaridad con las sustancias que se manejan.

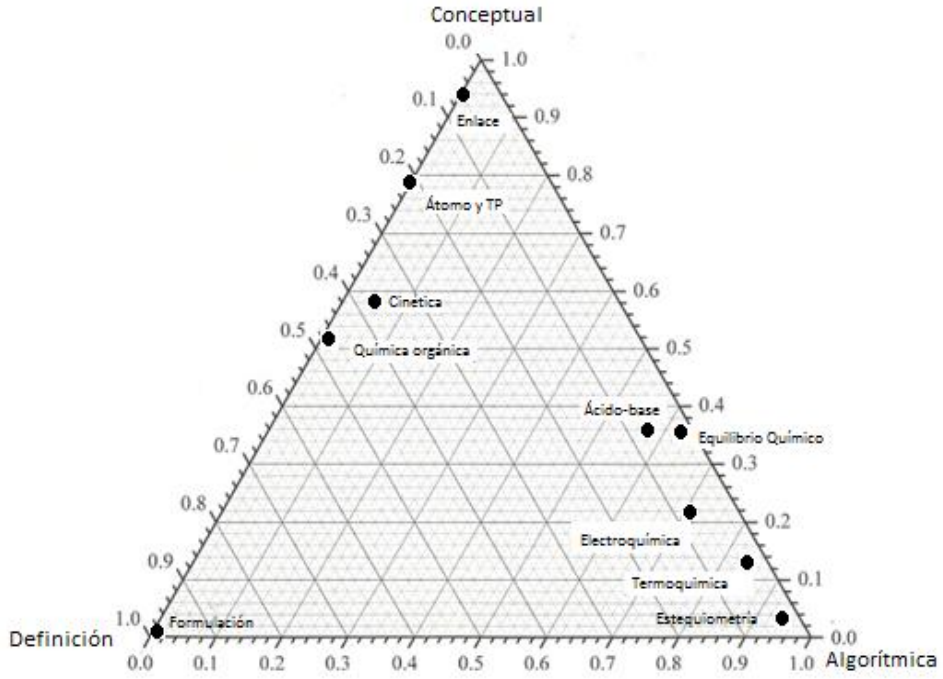
4.5.11.- Síntesis de tipos de preguntas en función de la temática

Para completar este análisis pormenorizado del tipo de preguntas según el tema, presentamos a modo de síntesis la figura 4.8. En ella se muestra, mediante un diagrama trifásico, la distribución de porcentajes correspondientes a las tres categorías en función de la temática curricular implicada.

En este diagrama, la situación espacial de un determinado tema curricular depende de tres coordenadas, que son las proporciones correspondientes a las tres categorías.

Cuanto más cerca esté un tema curricular de un vértice, mayor proporción le corresponde de esa categoría y menor de las demás. Por tanto, para cada punto del diagrama, basta seguir las líneas a través de las cuales aparece estructurado el gran triángulo, y registrar su proyección sobre los lados del mismo.

Figura 4.8.- Diagrama trifásico para la tipología de preguntas en función de la temática curricular.



Cada temática, como se verá, aparece caracterizada por un punto situado en un lugar concreto del diagrama. El hecho de que distintos temas aparezcan en lugares diferentes de este universo, indica que las proporciones que caracterizan en cada caso el trinomio "Definición- Algorítmica-Conceptual", varían de unos casos a otros. Por tanto, cada temática parece presentar una idiosincrasia muy especial, según esto, de modo que el tipo de contenido implicado determina en cierta forma cuál es la tipología de preguntas en las que se incluye. Según el diagrama, las preguntas sobre formulación son las que más se prestan a la categoría de Definición, las de estequiometría y termoquímica a la de preguntas Algorítmicas, y las de átomo, Tabla periódica y enlace químico a las de tipo Conceptual. Por tanto, cada tema parece polarizarse hacia un determinado extremo, salvo el caso de los temas de cinética, química orgánica, ácido-base, Equilibrio químico y, en todo caso, electroquímica, que parecen quedar en función de dos.

4.6.- Aspectos de la competencia científica evaluados en función de la temática

En este apartado se ofrece un análisis pormenorizado de los aspectos de la competencia científica evaluados, pero esta vez contemplando por separado las distintas temáticas de química, de forma parecida a como acabamos de hacer con la tipología de preguntas. Se trata de un análisis del tipo del que efectuamos en el apartado 4.4 de este mismo capítulo, pero en esta ocasión parcelando los diferentes temas del currículum. En este caso, omitimos por razones obvias cualquier referencia a aquellos aspectos de la competencia científica que no han sido evaluados.

4.6.1.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Estequiometría"

En la tabla 4.29 se muestra la frecuencia con la que aparece cada uno de los aspectos de la competencia científica en las preguntas de estequiometría.

Para la dimensión de "saber química", en todas las preguntas de estequiometría está presente la valoración del conocimiento acerca de conceptos, leyes, y teorías, y del significado del lenguaje químico. Así mismo, todas las preguntas de este tema demandan el manejo de conocimientos relativos al lenguaje químico, ya que el alumnado ha de dar sentido a los nombres y fórmulas de las sustancias químicas que se manejan para poder realizar los cálculos necesarios. Mientras tanto, en prácticamente la mitad de ellas es necesario que el alumno retenga alguna información. Sin embargo apenas se valoran -solo se hace en una pregunta- los conocimientos del alumnado sobre material básico de laboratorio, algo que nos sorprende pues un equilibrado desempeño del alumnado en este tema, debería implicar no solo el conocimiento, por ejemplo de qué es una disolución, sino también de cómo prepararla, lo que haría necesaria la adquisición de un repertorio de aparatos y procedimientos necesarios para ello. Cabe recordar que en las orientaciones de la universidad, se especifica como práctica a llevar a cabo la preparación de una disolución conociendo el material y el procedimiento para ello.

Tabla 4.29.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Estequiometría.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	219	100,0%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	219	100,0%
	Retención de información	109	49,8%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	1	0,5%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	215	99,8%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	0	0,0%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	10	4,6%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	3	1,4%
	Uso de herramientas matemáticas	67	30,6%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	1	0,5%

*Cálculos efectuados sobre un total de 219 codificaciones de preguntas que abordaban temas de estequiometría.

En cuanto a la dimensión de "hacer/trabajar en química", está presente en la mayoría de las preguntas la realización de cálculos y aplicaciones directas, lo que es comprensible y lógico dado que las preguntas de este tema exigen la realización de cálculos de muy distinto tipo, como de masa, moles, concentraciones, número de átomos y moléculas, etc. Esto lleva unido en ocasiones el uso de herramientas matemáticas, pues esos cálculos suelen llevar consigo operaciones algo más allá de las algebraicas más simples, como cálculo de porcentajes, despejes de variables y resolución de ecuaciones, principalmente. Por el contrario se aprecia una casi total ausencia de ocasiones para el manejo simultáneo de distintas formas o modalidades de representación química, una carencia que también comentamos en el análisis de las preguntas de este tema desde el punto de vista del formato planteado. Otra carencia que también comentamos entonces es la pobre presencia de situaciones planteadas para que el alumnado formule predicciones e hipótesis, o analice, interprete o

argumente en torno a las situaciones objeto de estudio. De nuevo aquí, se denota un excesivo peso en este tema de preguntas orientadas a valorar destrezas operativas relacionadas con la aplicación directa (fundamentalmente, como ya vimos más atrás, vinculado a cálculos numéricos), en detrimento de los aspectos vinculados al razonamiento e interpretación cualitativa de los fenómenos abordados.

Finalmente, solo en una de las preguntas analizadas se detectaba una proyección experimental en la que se valore el conocimiento y el manejo del alumnado sobre el material básico de laboratorio, lo que viene a evidenciar una clara carencia de las pruebas de acceso en relación a este tema.

4.6.2.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Átomo y Tabla periódica"

En la tabla 4.30 se muestra la frecuencia con la que aparecen los diferentes conocimientos y las distintas destrezas contempladas en las preguntas de átomo y tabla periódica.

Para la dimensión de "saber química", en todas las preguntas de átomo y tabla periódica está presente la valoración del conocimiento acerca de conceptos, leyes, y teorías, y en un porcentaje superior al 90% se evalúan aspectos sobre el significado del lenguaje químico, como también los relacionados con retención de información. Es comprensible dado que en este tema se requiere memorizar la localización en el Sistema Periódico de los diferentes elementos químicos, al objeto de poder realizar inferencias en torno a su configuración electrónica, la composición del núcleo, y sus propiedades atómicas.

En cuanto a la dimensión de "hacer/trabajar en química", en la mayoría de las preguntas (90%) se evalúan destrezas relacionadas con la aplicación directa de los conocimientos adquiridos, no demandando en cambio el uso de herramientas matemáticas, pues es un tema que no se presta a planteamientos de problemas numéricos.

Tabla 4.30.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Átomo y Tabla periódica.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	31	100%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	29	93,5%
	Retención de información	28	90,3%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	28	90,3%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	7	22,6%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	19	61,3%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	4	12,9%
	Uso de herramientas matemáticas	0	0,0%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0,0%

*Cálculos efectuados sobre un total de 31 codificaciones de preguntas que abordaban temas de átomo y tabla periódica.

En un porcentaje de más del 60%, las preguntas evalúan aspectos relacionados con la capacidad de razonamiento del alumnado y sus destrezas para interpretar y argumentar en torno a los datos. Concretamente, aparecen en preguntas vinculadas con el análisis de las propiedades periódicas, pues en ellas hay que justificar qué tendencia tiene una determinada propiedad a lo largo de un grupo o período, y cómo se ordenan los elementos químicos en función de esa tendencia. El alumno, en estas preguntas, no debe basar su respuesta en una mera regla, sino que debe argumentar por qué sigue esa evolución en la tabla y razonar o interpretar el enunciado de lo que se le pregunta.

Se echan en falta preguntas que exijan el manejo de representaciones pictóricas, cuestiones que servirían para constatar qué imagen visual desarrolla el alumnado ante

temas tan complejos y abstractos como estos, que implican el manejo y conceptualización de átomos, partículas subatómicas, niveles de energía, orbitales o números cuánticos.

Para finalizar, de nuevo en esta ocasión se aprecia una ausencia total de conocimientos y destrezas evaluadas sobre material básico de laboratorio y de trabajo experimental. Ello se justifica en este caso dado el carácter esencialmente teórico que tiene esta temática.

4.6.3.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Enlace químico"

En la tabla 4.31 se muestra la frecuencia de aparición de los distintos conocimientos y destrezas evaluadas para las preguntas sobre el tema del enlace químico.

Tabla 4.31.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Enlace químico.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	54	100%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	54	100%
	Retención de información	9	16,7%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	19	35,2%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	14	25,9%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	51	94,4%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	35	64,8%
	Uso de herramientas matemáticas	0	0,0%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0,0%

*Cálculos efectuados sobre un total de 54 codificaciones de preguntas que abordaban temas de enlace químico.

Para la dimensión de “saber química”, en todas las preguntas se evalúan conceptos, leyes, y teorías, así como aspectos relacionados con el significado del lenguaje químico. En contraste, apenas se requiere que el alumno retenga información de forma memorística.

Desde el punto de vista de las destrezas relacionadas con “hacer/trabajar en química”, puede decirse que son en su gran mayoría preguntas que requieren capacidad de razonamiento, análisis, interpretación y argumentación, e incluso, manejar distintos tipos de representaciones químicas, un aspecto apenas abordado en las preguntas referidas a otros temas. Se trata por tanto de un tema conceptual, donde no se requiere que el alumno realice ejercicios numéricos. Suelen ser también preguntas de aplicación directa, y en las que, en ocasiones, se han de formular predicciones e hipótesis, dado que el alumnado ha de prever qué tipo de enlace se establece en cada caso, justificar la geometría y la polaridad de las moléculas, avanzar el tipo de hibridación del átomo central, ordenar en función del punto de fusión, solubilidad, etc.

Particularmente conviene insistir en la importancia concedida en este tema al uso de las distintas representaciones químicas necesarias en preguntas sobre diagramas de Lewis, en las aplicaciones de la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, en la teoría de enlace-valencia o para explicar la teoría de orbitales híbridos. Asimismo el manejo de distintos tipos de representaciones químicas, resulta esencial para explicar las distintas estructuras que presentan los compuestos químicos en función del enlace, resultando conveniente recurrir a un modelo de representación en química.

Tampoco en esta ocasión se deja espacio para preguntas que demanden conocimientos y destrezas relacionadas con el trabajo de laboratorio. Pensamos, sin embargo, que en este caso sí sería posible una cierta proyección práctica del tema, por ejemplo a través del análisis de situaciones que impliquen la determinación de propiedades de las sustancias, como el punto de fusión o ebullición, la conductividad, la solubilidad, etc. Aunque este tema, y también en parte el de la Tabla Periódica, maneja contenidos a nivel teórico sobre estos temas, no se proyectan preguntas en las pruebas que evalúen contenidos de este tipo a nivel práctico: cómo medir un punto de

fusión o ebullición, cómo determinar si una sustancia es conductora o no de la electricidad, etc.

4.6.4.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Termoquímica"

En la tabla 4.32 se muestra la frecuencia de aparición de los distintos conocimientos y destrezas vinculadas al tema, de termoquímica.

Tabla 4.32.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Termoquímica.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	58	100,0%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	57	98,3%
	Retención de información	19	32,8%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	57	98,3%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	4	6,9%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	6	10,3%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	0	0,0%
	Uso de herramientas matemáticas	4	6,9%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0,0%

*Cálculos efectuados sobre un total de 58 codificaciones de preguntas que abordaban temas de termoquímica.

Todas las preguntas implican la evaluación de conceptos, leyes o teorías, y casi todas de conocimientos sobre el significado del lenguaje químico. Además en un tercio de ellas es necesario retener información, como por ejemplo los criterios de signos de la entalpía, para distinguir reacciones endotérmicas y exotérmicas, o de los

correspondientes valores de la energía libre de Gibbs, en función de si una reacción química es espontánea o no.

Son en su gran mayoría preguntas de aplicación directa o donde hay que realizar algún cálculo. Puntualmente es necesario el uso de alguna herramienta matemática, por ejemplo, algún despeje de mayor dificultad, y en ocasiones hay que formular alguna predicción o hacer una interpretación o argumentación.

En este tema por tanto, aparecen algunas preguntas teóricas, pero también algunas de tipo práctico más allá que en otras ocasiones. Por un lado se pide justificar en torno a la espontaneidad en reacciones endotérmicas o exotérmicas, en ocasiones recurriendo a preguntas de verdadero o falso con justificación de la opción elegida, pero en otras más numerosas proponiendo el cálculo de la entalpía de una reacción a partir de las entalpías de formación, o solicitando el cálculo del calor absorbido o desprendido de cierta cantidad de compuesto mediante la ley de Hess.

Pero en términos generales, esta temática es abordada, a nuestro modo de ver, en unos términos excesivamente cuantitativos, perdiéndose la ocasión de evaluar más aspectos conceptuales y relacionados con el trabajo experimental de laboratorio, que tampoco se abordan en absoluto en las preguntas de este tema. De este modo, no se presta ningún tipo de atención expresa a los procedimientos experimentales propios de los estudios en termoquímica, como por ejemplo detallar el material básico y los procesos necesarios para calcular un calor de reacción o una entalpía. Es verdad que algunos problemas numéricos manejan en sus enunciados términos y fenomenología que se relacionan con ello, pero a un nivel tan superficial que el alumno puede transformar rápidamente los datos del enunciado en un simple problema algebraico, en cierto modo vacío de contenido para él.

4.6.5.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Cinética química"

En la tabla 4.33 se muestra la frecuencia con la que aparecen los distintos aspectos relativos a "saber química" y "hacer/trabajar en química" en las preguntas de cinética química.

Tabla 4.33.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Cinética química.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	12	100%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	9	75,0%
	Retención de información	5	41,7%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	11	91,7%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	2	16,7%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	4	33,3%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	0	0,0%
	Uso de herramientas matemáticas	2	16,7%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0

*Cálculos efectuados sobre un total de 12 codificaciones de preguntas que abordaban temas de cinética química.

Siguiendo los datos presentados, llegamos a la conclusión de que en todas las preguntas de este tema se demanda el conocimiento de conceptos, leyes o teorías, que en tres cuartas partes de las mismas se exige un dominio del significado del lenguaje químico, y que en casi la mitad se requiere la retención de algún tipo de información, como la unidad de la velocidad de una reacción química, que después será necesaria para deducir la unidad de la constante de velocidad de la reacción.

En un porcentaje muy alto son preguntas de aplicación directa, y en un tercio de análisis, interpretación o argumentación. Predominan por tanto las preguntas de tipo teórico-cualitativo, no de planteamiento de problemas numéricos.

Hemos de comentar también aquí el nulo espacio reservado para preguntas que evalúen aspectos experimentales del tema, relacionados con el trabajo de laboratorio,

a pesar de que, en este caso sí, habría una fácil y directa proyección práctica de los contenidos teóricos en este terreno.

4.6.6.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Equilibrio químico"

En la tabla 4.34 se muestra la frecuencia con la se contemplan los diferentes conocimientos y destrezas en las preguntas de equilibrio químico.

Tabla 4.34.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Equilibrio químico.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	65	100%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	65	100,0%
	Retención de información	22	33,8%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	63	96,9%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	23	35,4%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	24	36,9%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	0	0,0%
	Uso de herramientas matemáticas	23	35,4%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0,0%

*Cálculos efectuados sobre un total de 65 codificaciones de preguntas que abordaban temas de equilibrio químico.

Todas las preguntas sobre equilibrio químico evalúan conocimientos de conceptos, leyes o teorías, y sobre el significado del lenguaje químico. Mientras tanto, en un tercio de las preguntas se requiere que el alumno retenga alguna información, como por ejemplo la relación existente entre las constantes Kc y Kp, cambiar de ºC a K, o saber

hacia qué reacción, endotérmica o exotérmica, evoluciona un sistema cuando se modifica la temperatura.

En cuanto a la dimensión de "hacer/trabajar en química", nos encontramos que aunque predominan preguntas donde se requiere hacer cálculos o aplicaciones directas, el resto de destrezas se ven contempladas en estas preguntas, en mayor o menor medida, salvo el manejo de las distintas representaciones químicas y el manejo adecuado del material básico de laboratorio. Predominan por tanto, las destrezas relacionadas con la resolución de problemas numéricos, si bien también se contemplan cuestiones cualitativas empleando el principio de L'Chatelier.

Volvemos a poner de manifiesto la ausencia de representaciones pictóricas a pesar de los frecuentes errores de comprensión que suele tener el alumnado con este tema y lo importante que sería que se contemplase este tipo de herramientas de visualización del conocimiento químico, tanto en el proceso de enseñanza como en el de evaluación, y que se recurriera a instancias en las que se evalúen competencias del alumno relativas al trabajo experimental de laboratorio.

4.6.7.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Ácido-base"

En la tabla 4.35 se muestra la frecuencia con la que aparecen los distintos aspectos relativos a "saber química" y "hacer/trabajar en química" en las preguntas de ácido-base.

Todas las preguntas relativas a ácido-base demandan conocimientos de conceptos, leyes o teorías, y de conocimientos sobre el significado del lenguaje químico. Además, en casi un tercio de ellas se requiere retener información, como por ejemplo las relativas al producto iónico del agua, sentido de la escala de pH, reglas de acidez-basicidad de las sales, etc.

Tabla 4.35.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Ácido y base.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	88	100,0%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	87	98,9%
	Retención de información	27	30,7%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	6	6,8%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	84	95,5%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	23	26,1%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	28	31,8%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	0	0,0%
	Uso de herramientas matemáticas	42	47,8%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	6	6,8%

*Cálculos efectuados sobre un total de 88 codificaciones de preguntas que abordaban temas de ácido y base.

Respecto al "hacer/trabajar en química", en un porcentaje muy alto de preguntas se requieren cálculos o aplicación directa, en mitad de ellas usando herramientas matemáticas, pues son ejercicios donde el alumno tiene que hacer cálculos algo más complejos que en temas anteriores, resolviendo en ocasiones una ecuación de segundo grado, haciendo un despeje de mayor dificultad, manejando potencias de diez, o calculando un logaritmo, aunque sea con calculadora. En porcentajes menores también se evalúan aspectos relacionados con la formulación de predicciones e hipótesis, o el análisis, interpretación y argumentación. Dentro de estas últimas, destacar a modo de ejemplo, aquellas cuestiones sobre hidrólisis de sales o de aplicación de la teoría de Brönsted-Lowry para analizar si una sustancia dada es ácido, base o anfótera.

Este tema es el que más tiene en cuenta el conocimiento y el manejo adecuado del material de laboratorio. De hecho la segunda práctica recomendada en las orientaciones de selectividad es la valoración ácido-base.

4.6.8.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Electroquímica"

En la tabla 4.36 se muestra la frecuencia la frecuencia con la que aparecen los distintos aspectos relativos a "saber química" y "hacer/trabajar en química" en las preguntas de electroquímica.

Tabla 4.36.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Electroquímica.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	56	100,0%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	56	100,0%
	Retención de información	39	69,6%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	56	100,0%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	0	0
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	2	3,6%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	0	0,0%
	Uso de herramientas matemáticas	10	17,9%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0,0%

*Cálculos efectuados sobre un total de 56 codificaciones de preguntas que abordaban temas de electroquímica.

Todas las preguntas relativas a electroquímica exigen el conocimiento de conceptos, leyes o teorías, y de conocimientos sobre el significado del lenguaje químico, y en un porcentaje bastante alto también que el alumno retenga alguna información, como por ejemplo los números de oxidación esenciales para determinar quién experimenta la reacción de oxidación y cuál la reducción.

Por lo general, son consideradas preguntas de realización de cálculos o de aplicación directa, y en ocasiones es necesario el uso de herramientas matemáticas. Se convierte en un tema más cuantitativo que cualitativo.

Volvemos a echar en falta que se evalúe aspectos conceptuales en este tema, como también de conocimiento y destrezas de tipo experimental.

4.6.9.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Química orgánica"

En la tabla 4.37 se muestra la frecuencia con la que aparecen los distintos aspectos relativos a "saber química" y "hacer/trabajar en química" en las preguntas de química orgánica.

Prácticamente casi todas las preguntas relativas a química orgánica son de conocimientos de conceptos, leyes o teorías, y de conocimientos sobre el significado del lenguaje químico, no hay apenas retención de información y mayoritariamente no exigen más allá que destrezas de aplicación directa. En concreto, los alumnos suelen ser instados a completar reacciones orgánicas básicas, o poner ejemplos de determinadas reacciones orgánicas, definir conceptos como serie homóloga, grupo funcional, escribir algún compuesto con un grupo funcional concreto y después nombrarlo, o poner ejemplos o reconocer tipos de isomería.

Tampoco en este tema se reserva ningún espacio para la evaluación de conocimientos y destrezas relacionadas con el trabajo experimental de laboratorio, a pesar de que en este terreno dicha temática podría dar mucho de sí.

Tabla 4.37.- Aspectos de la competencia científica evaluados en preguntas de Química orgánica.

Dimensiones	Aspectos	Presencia	
		Frecuencia	%*
"Saber química"	Conocimientos de conceptos, leyes y teorías	46	97,9%
	Conocimiento sobre el significado del lenguaje químico	46	97,9%
	Retención de información	1	2,1%
	Conocimiento del material básico de laboratorio	0	0,0%
"Hacer/trabajar en química"	Realizar cálculos y aplicaciones directas	42	89,4%
	Ser capaz de formular predicciones e hipótesis	6	12,8%
	Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación, argumentación	6	12,8%
	Manejar distintos tipos de representaciones químicas	0	0,0%
	Uso de herramientas matemáticas	0	0,0%
	Manejo adecuado del material básico de laboratorio	0	0,0%

*Cálculos efectuados sobre un total de 47 codificaciones de preguntas que abordaban temas de química orgánica.

4.6.10.- Aspectos de la competencia científica evaluados en el tema de "Formulación"

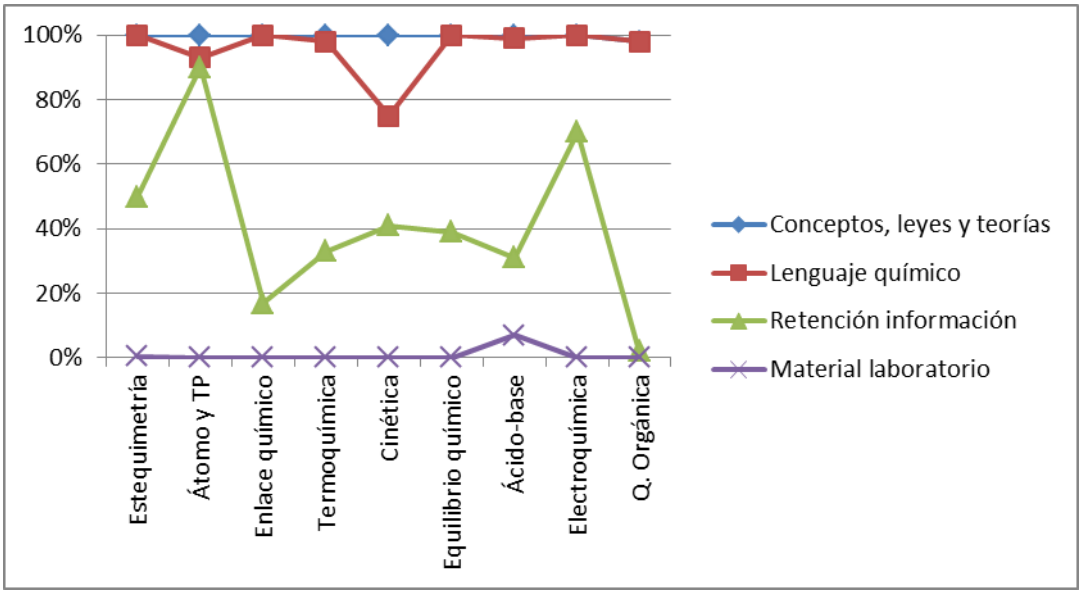
Las preguntas de formulación se relacionan con la categoría de conocimiento del significado del lenguaje químico y de retención de información, porque así las hemos considerado de principio al suponer la memorización de la fórmula o, en todo caso, la aplicación directa de las normas de formulación y nomenclatura. Dada la uniformidad en la que se presentan en las pruebas las preguntas de esta naturaleza, hemos preferido no realizar en este caso ningún análisis pormenorizado de los conocimientos o destrezas que en ellas se valoran.

4.6.11.- Síntesis de los aspectos de la competencia científica evaluados en función de las temáticas

En las figuras 4.9 y 4.10 se presenta la síntesis de los aspectos de la competencia científica relacionados con "saber química" y con "hacer/trabajar en química", respectivamente.

En la figura 4.9 se muestran los cuatro aspectos relativos a saber química: conocimiento de conceptos, leyes y teorías, conocimiento del lenguaje químico, retención de información y conocimiento del material de laboratorio, en función de cada una de las temáticas abordadas.

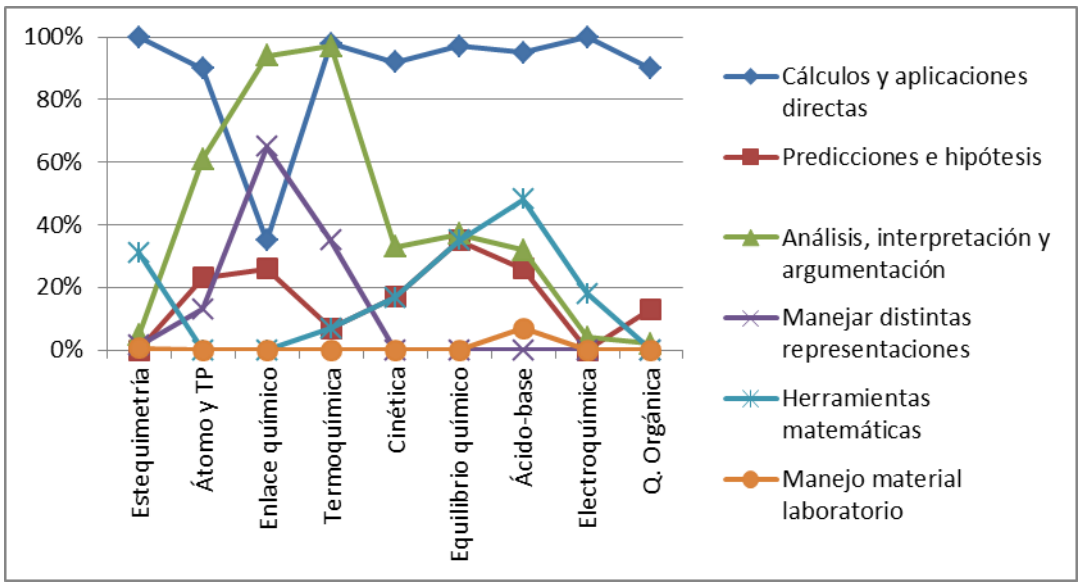
Figura 4.9.- Aspectos de la competencia científica relacionados con "saber química" en las distintas temáticas abordadas.



Así, la correspondiente al conocimiento de conceptos, leyes y teorías aparece en todas las temáticas con porcentajes cercanos al 100%.

De igual manera, el conocimiento del lenguaje químico aparece en todas las temáticas con un porcentaje muy alto, salvo en el tema de cinética con un porcentaje inferior al 80%. En cuanto a la retención de información alcanza los porcentajes más altos en las temáticas de átomo y tabla periódica y en electroquímica. Y por último, no por ello menos importante, el conocimiento del material de laboratorio solo aparece en el tema de ácido y base, y en un porcentaje inferior al 10%.

Figura 4.10.- Aspectos de la competencia científica relacionados con "hacer/trabajar en química" en las distintas temáticas abordadas.



En la figura 4.10 se muestran los seis aspectos evaluados en alguna ocasión relacionados con hacer química: realizar cálculos y aplicaciones directas, predicciones e hipótesis, análisis, interpretación y argumentación, manejar representaciones químicas, herramientas matemáticas, manejo del material de laboratorio, en función de cada una de las temáticas abordadas.

El cálculo y las aplicaciones directas se evalúan con porcentajes altos, superando el 90% en todas las temáticas salvo en enlace químico que no supera un 40%.

La emisión de hipótesis aparece con porcentajes siempre inferiores al 40%, pero alcanzan su valor más alto en las temáticas de equilibrio químico, ácido base y enlace químico. Sin embargo, el análisis, interpretación y argumentación muestra los porcentajes muy altos en la temática de enlace químico y termoquímica, al igual que manejar representaciones químicas, mientras que en el resto de temáticas el porcentaje correspondiente a este último aspecto resulta muy bajo.

El uso de herramientas matemáticas es mayor en ácido-base, equilibrio químico y en estequiometría, lo que puede resultar lógico dado la mayor complejidad de los problemas de este tipo.

Y por último, cabe destacar que el manejo y uso del material de laboratorio únicamente se pone de manifiesto en el tema de ácido-base, como ya se había indicado anteriormente.

4.7.- Síntesis de resultados y discusión

En este apartado de síntesis y discusión de resultados tratamos de dar respuesta a las preguntas planteadas en la introducción del capítulo, tomando como referencia los datos anteriormente aportados.

4.7.1.- Sobre las temáticas que se evalúan

La primera cuestión (1.1) que nos planteamos, recordemos, se refería a cuáles son las temáticas más frecuentemente evaluadas en las PAU en la CAA. Concretamente, nos planteábamos la pregunta de "*¿Cuáles son los contenidos temáticos de química que más frecuentemente se evalúan en las pruebas de acceso a la universidad? ¿Existen algunos "sobre" o "infra" planteados?".*

Revisando los datos aportados en el apartado 4.3, se observa que los contenidos de Química que más frecuentemente se evalúan en las pruebas de Selectividad son, con mucha diferencia, los de estequiometría, seguido del tema de formulación y, posteriormente, de ácido-base. En conjunto, la atención prestada a la formulación química y a la estequiometría, supera ampliamente la mitad del total. Mientras tanto, los temas menos abordados son los de átomo y tabla periódica, enlace químico y, sobre todo, el de cinética química.

El tema que más parece prestarse a preguntas con dos temas concurrentes es también el de estequiometría, justificado por el peso instrumental que tiene dicho tema a lo largo de la química.

Estimamos que la formulación es básica en el estudio de la química, al igual que el tema de estequiometría resulta esencial para el conocimiento de esta disciplina considerando también la relación que se establece con otros temas como equilibrio, ácido-base, o termodinámica. Pero no por ello, creemos que deba acaparar prácticamente la mitad del peso del examen, pues con ello se están minusvalorando otros temas del currículum. Particularmente, cabe recordar que hay temas como el de

cinética química que mantienen una presencia testimonial en las PAU, y que otros como el relacionado con la Aproximación al trabajo científico ni siquiera llega a evaluarse en ninguna ocasión. Pero el mayor peligro de todo ello no es que unos temas sean evaluados en mayor o menor medida que otros, o que incluso algunos temas, como el de la metodología científica o la historia de la ciencia no se evalúen nunca, sino que ello condicione en la misma proporción la importancia que el profesorado cree ver en esas temáticas y, por consiguiente, la atención que les presta en sus clases.

Al objeto de mostrar que es posible plantear preguntas correspondientes al tema de Aproximación al trabajo científico, ciencia, tecnología y sociedad, en el Anexo II se presentan ejemplos de preguntas que abordan dicha temática.

4.7.2.- Sobre el tipo de preguntas planteadas

Se trata de analizar el tipo de preguntas a través de las que se valoraron los conocimientos y destrezas del alumnado, respondiendo así a la cuestión 1.2, formulada de la siguiente manera: "*¿Qué tipo de preguntas integran dichas pruebas?".*

Como se ha podido ver, hay una mayoría relativa de preguntas de tipo algorítmicas, sobre todo conversiones microscópico-simbólicas o de naturaleza multietapa, propias de la resolución de problemas. Un tercio de las preguntas son conceptuales, mientras que las de definición son más escasas. Entre las carencias observadas se destaca que muy pocas preguntas implican el manejo de representaciones pictóricas que ayuden a entender cómo imagina el alumnado el mundo submicroscópico. Así, salvo temas como enlace químico, electroquímica y química orgánica, dicha modalidad de pregunta está casi ausente. Esta escasa atención a las representaciones visuales, contrasta con la hegemonía de las representaciones simbólicas, lo que sugiere una mayor preocupación por el símbolo que por lo simbolizado (Fernández-González, 2013).

En conjunto, los datos obtenidos muestran una composición distinta a la hallada en pruebas estándares diseñadas para Química General en otros países. Así, Smith et al. (2010), encontraron para las pruebas diseñadas por la American Chemical Society una composición 30%-20%-50%, una proporción similar a ésta de preguntas de Definición, pero un porcentaje bastante mayor de preguntas Conceptuales. Así, las preguntas

conceptuales, que son las que esos autores consideran más innovadoras, abarcaban el 50% de la prueba, frente a solo el 31% encontrado en las pruebas de acceso de Química en Andalucía. Los resultados obtenidos en este estudio se aproximan más a los obtenidos por Sanabria-Ríos y Bretz (2010), quienes obtuvieron una distribución de 21%-38%-41% (definición-algorítmica-conceptual), frente al 26%-43%-31% obtenido en nuestro caso. Aun resultando similares, todavía en nuestro caso la proporción de preguntas conceptuales sigue siendo menor, y mayor las de definición.

A nuestro modo de ver, sería preciso un aumento notorio de preguntas conceptuales en detrimento de las de tipo algorítmico. No obstante, hay que reconocer que a lo largo de los últimos 12 años se ha producido avances en este sentido que, aunque parciales, merecen ser destacados y aplaudidos.

4.7.3.- Aspectos de la competencia científica contemplados en la evaluación

En este apartado dedicaremos espacio a exponer algunas de las conclusiones obtenidas en relación a la pregunta 1.3, que se formuló en los siguientes términos: *"¿*Qué aspectos o dimensiones de la competencia científica se evalúan a lo largo de las mismas, respecto al aprendizaje de la química?*".*

Antes que nada hemos de insistir que más que competencias en sí, estamos manejando los conocimientos, destrezas y valores necesarios para la formulación de competencias, ya que en realidad una competencia ha de estar ligada siempre a una cierta tarea o acción, más o menos concreta; y debe integrar normalmente varias de las dimensiones y subdimensiones consideradas. De hecho, en una misma pregunta, o incluso en un mismo apartado de muchas de ellas, la clasificación de preguntas según aspectos de la competencia científica sobre los que trata, nos ha obligado a encuadrar la pregunta en varias categorías a la vez.

Con respecto a la dimensión de "saber química", en casi todas las preguntas está presente el conocimiento sobre el significado del lenguaje químico y el conocimiento de conceptos, leyes y teorías. En la mitad de ellas se requiere retención de información, y en muy pocas se demanda nociones sobre material básico de laboratorio.

La importancia concedida al conocimiento sobre el lenguaje químico va mucho más allá, como hemos visto, de los aspectos relacionados con la formulación y la nomenclatura química, teniendo un sentido mucho más amplio que abarca aspectos como ecuaciones químicas, simbología de números cuánticos, configuraciones electrónicas, estructura bi y tridimensional de compuestos orgánicos, etc. Dada su importancia, parece lógico que su asimilación y manejo a nivel teórico constituya algo clave para cualquier pregunta, de ahí su amplia presencia. Por su parte, la demanda de conceptos, leyes y principios también es lógico que se prodigue en la mayoría de preguntas, dado que tanto la descripción como la interpretación y predicciones de situaciones, o la realización de cálculos, requiere aplicar el conocimiento disponible.

En cuanto a la dimensión de "hacer/trabajar en química", solo seis aspectos, de los doce contemplados, se evalúan en las pruebas: realizar cálculos y aplicaciones directas, realizar predicciones y formular hipótesis, analizar e interpretar situaciones o argumentar en torno a ellas, manejar distintos tipos de representaciones químicas, uso de herramientas matemáticas y manejo adecuado del material de laboratorio. Los seis restantes no se evalúan en ni una sola de las preguntas.

Analizando los datos numéricos que nos aporta la tabla 4.15, se aprecia un importante desequilibrio en el peso de los distintos aspectos evaluados. Así prácticamente las tres cuartas partes corresponde a cálculos y aplicaciones directas, casi una cuarta parte al razonamiento, análisis, y muy pocas exigen el uso de herramientas matemáticas. Con escasa frecuencia aparece la destreza formular hipótesis, manejar los distintos tipos de representaciones químicas y el uso adecuado del material de laboratorio. En este sentido sería importante buscar un mayor equilibrio en este tipo de pruebas, potenciando aquellas destrezas básicas que se relacionan con la capacidad de indagación y de modelización en química.

Más crítico, aún, ha de ser nuestro posicionamiento respecto a las PAU con motivo de la nula atención prestada a otras destrezas relacionadas con el "hacer/trabajar en química" y, sobre todo, con actitudes y valores acerca de la química. Tales ausencias muestran una importante carencia de las PAU analizadas, ya que olvidan facetas importantes del aprendizaje de la química y restringen el sentido y la relevancia que los alumnos otorgan a dicha materia.

Hay que reconocer que, en el caso de algunas de ellas resulta complejo, por no decir imposible, que puedan ser evaluadas en un contexto de examen; y menos en una prueba masiva y en un tiempo limitado como ocurre en las PAU. Es el caso de la competencia digital en el aprendizaje en química, o la relativa a la búsqueda de información, que son tareas enormemente relevantes, sin duda, pero más bien reservadas para ser objeto de evaluación en el día a día en el aula a través de un proceso continuo, y no mediante una prueba puntual escrita. Por otro lado, la destreza de observar y de analizar situaciones, como ocasión para el planteamiento de problemas, quizás sea una tarea de interés para ser planteada ante una actividad de trabajo experimental del laboratorio, pero puede quedar descontextualizada si se plantea en el marco de una prueba de lápiz y papel tan especial como es la PAU. Resulta por tanto comprensible que dichas destrezas sean dejadas de lado a la hora de plantear preguntas en este contexto.

Sin embargo, en el caso de los tres aspectos restantes, sí nos parece viable la formulación de preguntas de evaluación que pudieran integrarse en las PAU, particularmente la relacionada con vincular los contenidos estudiados con situaciones de la vida diaria, lo que, a su vez, serviría también de manera indirecta para evaluar el interés del alumno por la química, como también su curiosidad. Además, ser capaces de diseñar experiencias o experimentos dirigidos a ahondar en el conocimiento, y someter a prueba las hipótesis manejadas, también podrían ser destrezas evaluables, como se muestra en el Anexo II. En este contexto, el uso y el conocimiento del material de laboratorio, cobraría un protagonismo mayor al que se concede actualmente, a tenor de los bajos porcentajes que emanan actualmente de las pruebas. Unido a ello, también sería esencial conceder más importancia al tema de la valoración de riesgos y las medidas de seguridad en el laboratorio de química, sobre la que tampoco se pregunta en las pruebas.

Por otra parte, las aproximaciones y simplificaciones juegan un papel importante en muchos cálculos en química, y de hecho los alumnos las hacen inconscientemente, de forma implícita, en muchos de los procesos de resolución de problemas. Por ejemplo, en algunos problemas de equilibrio químico, ciertas aproximaciones permiten simplificar los cálculos a realizar, aportando estimaciones de resultados que son en

muchos casos muy próximos al valor real y que nos evitan procesos de resolución más exactos, pero más complicados también.

Así mismo, algunas de las actitudes y valores relativos a la naturaleza de la química podrían ser valorados en pruebas de este tipo, en unos casos directamente, y en otros de manera indirecta. Por ejemplo, la valoración de la importancia de la química para nuestras vidas, podría evaluarse de manera indirecta a través de preguntas en las que tuviesen que describir la presencia de la química en la vida cotidiana, o citar y explicar casos en los que los conocimientos de química hayan revolucionado y mejorado nuestras vidas.

Por otro lado, la valoración de la racionalidad en el trabajo científico y su diferenciación frente a otro tipo de otras actividades humanas, podría evaluarse a través de los argumentos aportados por los alumnos ante determinadas controversias científicas o ante el debate entre opiniones científicas y otras basadas en el mero pensamiento ordinario no ilustrado o en las pseudociencias ante determinadas situaciones problemáticas planteadas. Asimismo, aspectos como la naturaleza dinámica y cambiante de la química podría evaluarse a través del sentido que los alumnos dan, por ejemplo, al estudio de distintos modelos históricos del átomo, o de distintas definiciones de lo que es un ácido o una base, algo que habitualmente se hace en las clases, pero sobre lo que no se suele considerar motivo importante de reflexión para los alumnos.

Finalmente, tampoco sería muy complicado plantear preguntas en las que, al menos de una manera contextual, a la hora de formular el enunciado de la misma, se relacionen los contenidos conceptuales y/o procedimentales implicados con escenarios que ilustren relaciones CTS o reflexiones en torno a la sostenibilidad (Prieto y España, 2010; Vilches y Gil-Pérez, 2010). Finalmente, el espíritu crítico se podría evaluar, por ejemplo, de manera transversal a través de un cambio del formato o la forma de presentar una pregunta, por ejemplo, teniendo que evaluar supuestas afirmaciones, opiniones o respuestas dadas por otras personas a determinadas preguntas o enunciados, emitiendo su propia opinión respecto a una noticia de la prensa o exponiendo su propio punto de vista sobre algún tema de química controvertido.

Prueba de que todo ello es posible lo tenemos en el Anexo II, en el que se presentan ejemplos de preguntas que puedan ilustrar distintas posibilidades. Éstas han sido extraídas, en unos casos, de las pruebas de acceso de otras Comunidades Autónomas, de determinados proyectos editoriales o de la bibliografía sobre didáctica de las ciencias, mientras que en otros son de producción propia, tanto de la autora como de los directores de esta tesis. Si repasamos el repertorio ofrecido, nos daremos cuenta que el uso de algunos de esos tipos de preguntas contribuye quizás a hacer más complejo el proceso de evaluación, ya que en muchos casos no hay una sola respuesta correcta, y hasta es difícil a veces marcar criterios de corrección. Conviene tener en cuenta al respecto tres cosas. Primero, que lo que en algunas de esas preguntas se evaluaría no es -o por lo menos no solamente- disponer de un conocimiento correcto de los contenidos de química estudiado, sino de analizar en qué medida el alumno es capaz de movilizar o no esas otras competencias. Segundo, que tanto la formulación como la valoración de resultados de este tipo de preguntas exige un importante cambio de mentalidad en el profesorado, lo que demandaría también una cierta formación. En este terreno, sería de gran utilidad la experiencia que ya se tiene en la formación del profesorado sobre pruebas externas como las pruebas PISA, y el manejo de rúbricas orientadas a la valoración de respuestas con una mayor complejidad a la que estamos acostumbrados. Tercero, que la mayor dificultad de este tipo de preguntas no debería llevar a su exclusión, una de las razones por la que creemos que no se plantean en la práctica; entre otras razones porque dicha exclusión de los exámenes, indirectamente está ocasionando que esos contenidos alternativos sean desestimados por el profesorado de bachillerato, y puede que incluso también de los cursos precedentes.

En efecto, lo peor de dichas ausencias probablemente esté en la posibilidad de que, con ellas, se esté condicionando la importancia que tanto profesores como alumnos puedan otorgar a esas facetas, ya que se suele desestimar, o al menos considerar de menor relevancia, aquello que no va a caer en los exámenes. Se corre el peligro, con ello, de que los profesores no incidan en las clases suficientemente sobre estas facetas, dejándolas de lado, potenciando por el contrario ejercicios más de tipo mecánico similares a los encontrados en las pruebas.

Precisamente, el capítulo siguiente se dedica a evaluar la incidencia de las pruebas en la enseñanza de la química que se practica en los centros en el bachillerato y en cursos anteriores. Será ésta una forma de valorar verdaderamente la importancia de un mayor equilibrio de las pruebas de acceso desde el punto de vista de la naturaleza de los contenidos que evalúa, del tipo de preguntas que plantea y, sobre todo, de los aspectos de la competencia científica que requiere su resolución.

4.7.4.- Asociación entre contenido temático, tipo de preguntas y aspectos evaluados de la competencia científica

Se trata aquí de indagar sobre posibles patrones conjuntos que aglutinen distintos factores, a modo de estereotipos de preguntas. Con ello se pretende responder a la cuestión 1.4: *"¿Existe relación entre contenido temático, tipo de pregunta y aspectos del aprendizaje evaluados? En caso afirmativo, ¿qué tipo de relaciones se establecen?"*.

Para responder a esta pregunta hemos de cruzar los diversos contenidos temáticos con los tipos de preguntas y los aspectos demandados de la competencia científica, lo que se realizó mediante las figuras 4.8, 4.9 y 4.10.

En concreto, la figura 4.8 proporcionaba información acerca de la concurrencia de distintos temas del currículo con los tres tipos de preguntas (Definición, Algorítmicas, Conceptuales). Recordemos que dicha figura evidenciaba una clara dependencia entre ambos factores, detectándose que son las preguntas de formulación aquéllas que más se prestan a la categoría de Definición, las de estequiometría y termoquímica a la Algorítmica, y las de átomo, Tabla periódica y enlace químico a la de tipo Conceptual.

Más concretamente, las distintas temáticas parecían situarse dentro de estereotipos de preguntas ya prefijadas y normativizadas según la tradición, con poco espacio para integrar dentro de una misma temática los tres tipos de formatos de preguntas. Así, algunas aparecen cerca de un vértice (enlace, formulación, estequiometría), lo que indica un solo tipo de preguntas presentes para ese tema. En el mejor de los casos aparecen temáticas en los centros de los lados (química orgánica, cinética, equilibrio químico, ácido y base), lo que indica la influencia de dos tipos de preguntas. Pero no hay temas que ocupen posiciones centrales dentro del diagrama, lo que indica que ningún tema es contemplado desde la óptica de un equilibrio proporcional entre los

tres tipos de formato de preguntas. En el caso de algunos temas, como la formulación, es perfectamente comprensible que se vincule a un solo tipo de preguntas. Pero hay temas como la estequiometría, la termoquímica o los de equilibrio químico, en los que sorprende que no haya una presencia más ponderada de los tres tipos de preguntas.

Por su parte, la figura 4.9 correlacionaba los temas del currículo con el tipo de conocimiento teórico demandado a través de ella. En dicha figura se apreciaba una cierta estabilidad en las dimensiones relacionadas con el aprendizaje de conceptos-leyes-teorías y del lenguaje químico, que era un contenido demandado en casi todos los casos. En cambio, la demanda de retención de información se mostró más errática y cambiante de unos temas a otros, siendo los temas sobre átomo y tabla periódica, electroquímica, y quizás también formulación, aquellos en los que dicha demanda era mayor, cubriendo espacios relativos a la memorización de los elementos en la tabla periódica, las normas de formulación y nomenclatura, la fórmula de compuestos químicos singulares, o la memorización de valencias y números de oxidación de los elementos. Por su parte, la formulación, por su propia idiosincrasia, se asocia al apartado de conocimiento del lenguaje químico.

Desde el punto de vista de las destrezas relacionadas con "hacer/trabajar en química", se aprecia que, dentro de las que son evaluadas, aparece una gran variabilidad en función del tema específico tratado. Así, en temas como estequiometría, electroquímica y química orgánica predominan las destrezas de cálculo o aplicación directa de lo aprendido. Lo mismo ocurre en los temas de cinética, equilibrio y ácido-base, si bien en estos casos cobran asimismo cierto protagonismo otras facetas, como el análisis, interpretación y argumentación, en el primer caso, la emisión de hipótesis junto al análisis, interpretación y argumentación, en el segundo, o el manejo de herramientas matemáticas, en el tercero. Mientras tanto, eran los temas de átomo y tabla periódica, enlace químico y termoquímica los que parecían gozar de una mayor diversidad y equilibrio de destrezas evaluadas.

A modo de resumen, la tabla 4.38 ofrece una panorámica global de los tipos de preguntas más frecuentes planteadas y del tipo de demanda formulada en términos de competencia en cada tema.

Tabla 4.38.- Contenidos temáticos, tipos de preguntas y aspectos evaluados de la competencia.

Tema	Tipo de pregunta	Aspectos de la competencia evaluados	
		Saber química	**Hacer/trabajar en química**
Estequiometría	Algorítmica	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico	Cálculos-Aplicaciones directas (Herramientas matemáticas)
Átomo y Tabla periódica	Conceptual (Definición)	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico Retención de información	Cálculos-Aplicaciones directas Análisis-Interpretación-Argumentación (Predicciones e hipótesis) (Manejo de distintas representaciones)
Enlace químico	Conceptual	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico (Retención de información)	Análisis-Interpretación-Argumentación Manejo de distintas representaciones (Cálculos-Aplicaciones directas) (Predicciones e hipótesis)
Termoquímica	Algorítmica	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico (Retención de información)	Cálculos-Aplicaciones directas (Análisis-Interpretación-Argumentación)
Cinética	Conceptual, Definición	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico (Retención de información)	Cálculos-Aplicaciones directas (Análisis-Interpretación-Argumentación) (Predicciones e hipótesis) (Herramientas matemáticas)
Equilibrio	Algorítmica, Conceptual	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico (Retención de información)	Cálculos-Aplicaciones directas (Análisis-Interpretación-Argumentación) (Predicciones e hipótesis) (Herramientas matemáticas)
Ácido-base	Algorítmica, Conceptual	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico (Retención de información)	Cálculos-Aplicaciones directas (Herramientas matemáticas) (Análisis-Interpretación-Argumentación) (Predicciones e hipótesis)
Electroquímica	Algorítmica (Conceptual)	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico Retención de información	Cálculos-Aplicaciones directas (Herramientas matemáticas)
Q. Orgánica	Conceptual, Definición	Conceptos-leyes-teorías Lenguaje químico	Cálculos-Aplicaciones directas (Análisis-Interpretación-Argumentac.) (Predicciones e hipótesis)
Formulación	Definición	Lenguaje químico Retención de información	

El orden de mención sugiere también el orden de frecuencia.
Entre paréntesis se recogen categorías con una casuística menor.

Finalmente comentar, que tanto el conocimiento como el manejo de material de laboratorio solo se plantea dentro del tema de ácido-base, algo que nos parece sumamente sesgado e insuficiente para un aprendizaje integral de la química. Este patrón de repetición a lo largo de las pruebas, puede ocasionar indirectamente que, solo en el mejor de los casos, se cubra en los centros escolares dicha temática desde el punto de vista del trabajo de laboratorio, a través de la clásica práctica de valoración ácido-base.

4.7.5.- Evolución de tendencias a lo largo del tiempo.

Finalmente trataremos aquí de ver si existe evolución en los diferentes aspectos a lo largo del tiempo intentando responder a la cuestión 1.5: *"¿Se aprecia algún tipo de evolución a lo largo de los años en cada uno de estos aspectos considerados?".*

En conjunto, hemos de valorar que hay una importante estabilidad en la naturaleza de las pruebas a lo largo de los años, apreciándose solamente tímidos cambios en algunas de sus características. De hecho, en la mayor parte de las ocasiones en las que se aprecia una cierta evolución en el perfil de las mismas, los cambios constatados no son estadísticamente significativos. Por ejemplo, si analizamos por períodos de tiempo, la proporción de las preguntas de estequiometría disminuyen algo, y ligeramente también las de termoquímica y orgánica, mientras que aumentan un poco las relativas a tabla periódica, enlace químico y cinética química. No obstante, las diferencias observadas no son estadísticamente significativas, por lo que no podemos extraer ninguna conclusión acerca de una posible intencionalidad en dicha evolución.

Por otro lado, se observa también un ligero aumento en la proporción de preguntas sobre análisis y argumentación a lo largo de los años, a costa de una cierta disminución muy leve y repartida en la proporción de algunas otras de las destrezas evaluadas. No obstante, tampoco en este caso los cambios alcanzados superan el umbral de significación estadística.

La única excepción la encontramos en el caso del perfil del tipo de preguntas planteadas. Existe en este sentido una cierta tendencia –aunque no estadísticamente significativa- hacia la disminución de preguntas del tipo algorítmicas y un aumento de las preguntas conceptuales, mientras que las preguntas de definición muestran un comportamiento irregular alternante. En cualquier caso, dicha evolución marca un cambio, a nuestro modo de ver positivo, en línea con posiciones más equilibradas como la encontrada por Smith et al. (2010).

Aun así, estos cambios nos parecen tímidos y claramente insuficientes, por cuanto desde la perspectiva de las competencias evaluadas, continúan valorándose conocimientos y destrezas muy estereotipadas, como el aprendizaje de leyes y teorías

de la química, el conocimiento y manejo del lenguaje de la química y la aplicación directa de lo aprendido en la resolución de ejercicios o problemas tipo.

En conjunto, pues, parece que los cambios en las PAU son escasos a lo largo de estos 12 años, si bien se arrojan ciertos indicios que apuntan a un cierto intento de cambio.

CAPÍTULO 5

ESTUDIO DE PERCEPCIONES DEL PROFESORADO Y DEL ALUMNADO

5.1.- Introducción

En este capítulo se aborda uno de los subproblemas principales de la investigación, el relacionado con la posible repercusión de las PAU en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Estudio 2).

Concretamente, recordemos, se trataba de analizar en qué medida y de qué forma, las pruebas de acceso a la universidad repercuten en el alumnado y en la práctica docente de los profesores de Bachillerato. Para ello, se realiza una consulta tanto a profesores como a alumnos de 2º curso de bachillerato. Como instrumentos de recogida de información de las opiniones del profesorado recurrimos a un cuestionario abierto (cuestionario 1), a un cuestionario cerrado (cuestionario 2) y a entrevistas semiestructuradas que se ampliaron con un cuestionario abierto (cuestionario 3). Para recoger las opiniones del alumnado se empleó un cuestionario cerrado idéntico al cuestionario 2 de profesores, aunque adaptado a esta otra población.

En el caso del profesorado, el análisis realizado combina planteamientos de tipo cuantitativo y de corte cualitativo, los primeros a través del cuestionario cerrado y los segundos a través del cuestionario abierto y de las entrevistas. En el caso del alumnado, el análisis realizado es solamente de tipo cuantitativo, principalmente enfocado a triangular la información obtenida de los docentes.

Las preguntas concretas a las que intentaremos responder son:

> 2.1.- ¿En qué medida y de qué forma las PAU condicionan el tipo de aprendizaje que se fomenta en el alumnado, así como la motivación e interés por el estudio de las ciencias que se genera?
>
> > 2.1.1.- ¿Influye en la motivación e interés del alumnado por el estudio de las ciencias?
> >
> > 2.1.2.- ¿Influye sobre el estilo de aprendizaje: aprendizaje significativo versus memorístico?

2.2.- ¿Hasta qué punto y de qué manera las PAU condicionan las prácticas de enseñanza, desde el punto de vista de las decisiones adoptadas por el profesorado?

2.2.1.- ¿Influyen en los contenidos que se enseñan? ¿En qué sentido?

2.2.2.- ¿Influyen en la forma de enseñar? ¿De qué manera?

2.2.3.- ¿Influyen en la evaluación? ¿De qué forma?

2.3.- ¿Si el efecto de las pruebas se limita a la enseñanza en 2º de bachillerato o si se proyecta en cursos anteriores?

La exposición de resultados la subdividiremos en tres subapartados. En primer lugar, analizaremos globalmente los resultados del cuestionario 2 administrado al profesorado, lo que nos servirá para validar el mismo y llevar a cabo una reducción de la información proporcionada, identificando posibles dimensiones componentes del mismo, y comparando los resultados obtenidos en distintas submuestras. En segundo lugar, pasaremos a exponer los resultados parciales de dicho cuestionario, ítem por ítem, analizándolos conjuntamente con los resultados cualitativos aportados por las entrevistas y cuestionarios abiertos administrados al profesorado. Finalmente, en tercer lugar, aportaremos los resultados cuantitativos obtenidos en el cuestionario administrado al alumnado, lo que nos servirá para realizar comparaciones con aquellos aportados por los docentes.

Con posterioridad, procederemos a recapitular información procedente de distintas muestras e instrumentos al objeto de dar respuesta a las cuestiones formuladas.

5.2.- Análisis de validación del cuestionario 2 para la muestra de profesores y resultados globales obtenidos

Con la idea de realizar una primera aproximación al estudio de los datos aportados por el cuestionario 2 administrado al profesorado, se realizó inicialmente un análisis de frecuencias para las respuestas correspondientes a los 22 ítems del cuestionario. Los resultados se aportan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1.- Respuestas de los profesores al cuestionario 2.

Ítems	Frecuencias absolutas				
	Totalmente al contrario 1	Más bien al contrario 2	Indeciso 3	Más bien cierto 4	Totalmente cierta 5
Ítem 1	23	26	16	20	12
Ítem 2	44	31	12	7	3
Ítem 3	15	22	20	30	10
Ítem 4	49	35	9	4	0
Ítem 5	15	17	21	22	22
Ítem 6	28	32	19	16	2
Ítem 7	17	26	20	21	13
Ítem 8	4	17	24	34	18
Ítem 9	8	19	14	25	31
Ítem 10	21	32	28	10	6
Ítem 11	33	37	15	11	1
Ítem 12	21	31	30	12	3
Ítem 13	0	8	10	53	26
Ítem 14	3	26	25	32	11
Ítem 15	5	30	24	31	7
Ítem 16	28	37	25	6	1
Ítem 17	0	8	21	44	24
Ítem 18	7	27	26	26	11
Ítem 19	13	21	30	22	11
Ítem 20	26	30	29	9	3
Ítem 21	7	16	12	29	33
Ítem 22	14	19	37	19	8

Una primera inspección a la tabla 5.1 nos permite comprobar distribuciones de frecuencias muy variables de unos ítems a otros, muchas de ellas bastante alejadas del prototipo de una distribución estadística normal.

Con la intención de validar el cuestionario y reducir la información que proporciona en términos cuantitativos, se llevó a cabo una serie de análisis de componentes principales categóricos para datos ordinales, mediante la opción de escalamiento óptimo disponible en SPSS. El primer análisis se realizó sobre un único factor para comprobar la existencia de una cierta unidad de constructo y depurar el instrumento desestimando aquellos ítems alejados del comportamiento del resto.

La tabla 5.2 presenta la matriz factorial obtenida tras dicho análisis, mostrando la carga factorial de cada ítem, que puede considerarse como una medida de la contribución del mismo a la definición del factor o dimensión global del cuestionario.

Tabla 5.2.- Cargas factoriales de los ítems del cuestionario 2 para un análisis con un único factor del análisis de componentes principales categórico.

Ítems	Dimensión 1
1.- Se aborden más contenidos en clase de los que probablemente desearía como profesor.	-0,147
2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual.	0,535
3.- Haya más detenimiento en los contenidos más complejos y difíciles.	0,228
4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad.	0,446
5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audiovisuales (vídeos).	-0,538
6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras.	0,684
7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual.	-0,319
8.- Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc.	0,416
9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad.	-0,643
10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores.	0,659
11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato.	0,548
12.- El alumnado se interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores.	-0,482
13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio.	0,416
14.- El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores.	0,631
15.- El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica.	0,463
16.- El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros.	0,719
17.- El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores.	-0,438
18.- El alumnado se preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados.	-0,508
19.- Se otorgue más importancia en la evaluación al trabajo del alumno.	0,167
20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos.	-0,622
21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes.	-0,450
22.- Aumente el número de pruebas, controles y exámenes respecto a cursos anteriores.	0,104

Con independencia del signo, los valores más altos de cargas factoriales indican una mayor contribución del ítem al resultado global del cuestionario en su conjunto, mientras cargas muy pequeñas podrían interpretarse el resultado de ítems alejados del conjunto.

El coeficiente Alfa de Cronbach arrojó un resultado de 0,83 que puede considerarse como una medida de la consistencia interna del cuestionario en su conjunto, valor que es bastante alto y sugiere una cierta unidad de constructo en el conjunto de ítems considerados. De hecho, dicho factor explicaba casi la cuarta parte de la varianza total, concretamente el 24,5%.

Las cargas factoriales obtenidas oscilan desde valores altos, como en los ítems 6, 9, 10 y 16, a bastante bajos, como en el caso de los ítems 1, 19 y 22. Puede apreciarse también que junto a cargas factoriales positivas aparecen otras negativas, lo que vendría a marcar tendencias contrarias en el sentido de los ítems incluidos en el cuestionario.

Al objeto de depurar el instrumento, se eliminaron los ítems que presentaban cargas factoriales inferiores a “0,25”, lo que ocurría con los ítems 1, 3, 19 y 22. Tras dicha eliminación, el coeficiente Alfa de Cronbach del cuestionario en su conjunto ascendió al valor de 0,85.

El segundo análisis se llevó a cabo solamente con los dieciocho ítems restantes, contemplando esta vez dos factores. En esta ocasión, la finalidad era identificar posibles agrupamientos de ítems, lo que sugeriría la existencia de dimensiones subyacentes al cuestionario. Se trataría no solo de identificar esas dimensiones sino de asignarles significado, lo que permitiría la definición de escalas diferenciadas.

La tabla 5.3 muestra la matriz factorial correspondiente a un análisis con dos factores, mientras la figura 5.1 presenta esos mismos resultados pero de forma gráfica.

Tabla 5.3.- Cargas factoriales de los ítems del cuestionario 2 para un análisis con dos factores.

Ítems	Dimensión	
	1	2
2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual.	-,603	-,098
4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad.	-,271	-,485
5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audiovisuales (vídeos).	,471	,309
6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras.	-,529	-,489
7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual.	,383	-,449
8.- Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc.	-,355	-,326
9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad.	,615	,216
10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores.	-,648	-,362
11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato.	-,366	-,621
12.- El alumnado se interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores.	,534	-,423
13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio.	-,296	,628
14.- El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores.	-,492	,630
15.- El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica.	-,406	,458
16.- El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros.	-,587	-,429
17.- El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores.	,159	,553
18.- El alumnado se preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados.	,521	-,511
20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos.	,661	-,258
21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes.	,265	,435

Se aprecia en la figura 5.1 cuatro agrupaciones de ítems, dispuestos de manera contrapuesta, dos a dos, lo que sugiere la existencia de dos escalas bipolares. La composición y naturaleza de cada uno de esos cluster o agrupamientos queda más clara en la tabla 5.4 en la que se incluyen los enunciados de los ítems. En ella, la columna de la izquierda vemos que se corresponde con ítems que reflejan incidencias positivas en la enseñanza, mientras que los de los de la derecha reflejan incidencias negativas.

Figura 5.1.- Gráfico correspondiente al análisis de componentes principales categóricos con dos factores.

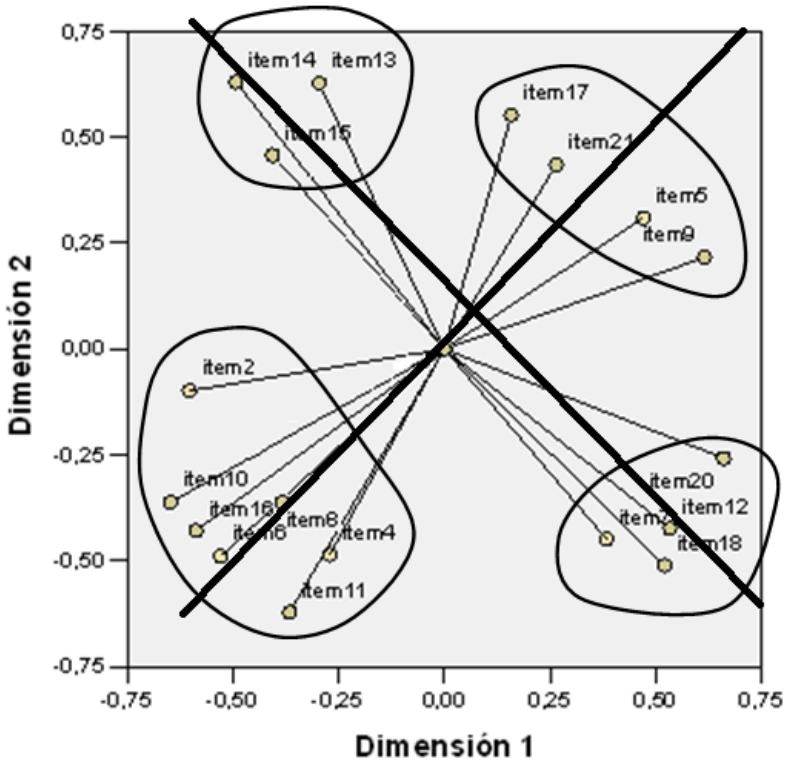


Tabla 5.4.- Agrupaciones de ítems en el análisis de componentes principales con dos factores.

13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio. **14.-** El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores. **15.-** El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica.	**5.-** Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audiovisuales (vídeos). **9.-** Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad. **17.-** El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores. **21.-** Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes.
2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual. **4.-** Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad. **6.-** Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras. **8.-** Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc. **10.-** Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores. **11.-** Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato. **16.-** El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros.	**7.-** Las clases sean menos participativas de lo habitual. **12.-** El alumnado se interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores. **18.-** El alumnado se preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados. **20.-** Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos.

Al objeto de atribuir significado a las dimensiones implicadas en cualquier análisis de componentes principales, suele recurrirse a procesos de rotación de ejes, hasta hacer coincidir, lo máximo posible, las agrupaciones de variables (en este caso ítems) con los dos ejes cartesianos. No obstante, en el caso del análisis de componentes principales categóricos el sistema no proporciona automáticamente dicha rotación, aunque puede inferirse mentalmente mediante una simple inspección ocular a partir de la figura 5.1. En efecto, se aprecia en este caso que una simple rotación de 45º, aproximadamente, permite alinear los agrupamientos de ítems con un eje vertical y otro horizontal.

Resultado de dicho análisis es la reducción de la información del cuestionario a solo dos dimensiones, construidas cada una a partir del promedio de las puntuaciones de sus ítems componentes, una vez que se invirtieron las escalas de los ítems de la columna de la derecha de la tabla 5.4, que son los que representan influjo negativos de las PAU sobre la enseñanza-aprendizaje. Por un lado, tenemos la dimensión que enumeraremos como “1”, que aglutina a los ítems 7, 12, 13, 14, 15, 18 y 20 que engloban aspectos relativos a la motivación del alumno y su estilo de aprendizaje. Se trata de una escala bipolar, cuyos valores altos parecen apuntar hacia un efecto positivo de la Selectividad en la motivación e interés del alumnado por el estudio de la química y por un aprendizaje significativo, mientras valores bajos sugieren un efecto negativo y una mayor tendencia a un aprendizaje mecánico y memorístico.

Por otro lado, la dimensión que enumeraremos como “2” aglutina a los ítems 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17 y 21, los cuales valoran aspectos relacionados con las características de la enseñanza en 2º de bachillerato respecto a cursos anteriores, tanto desde el punto de vista los contenidos impartidos como de la metodología empleada. Puntuaciones altas en dicha dimensión indicarían un efecto positivo de la Selectividad en el desarrollo de buenas prácticas de aula, coincidente con las implicaciones que se derivan de la investigación en didáctica de las ciencias, en general, y de la química en particular: currículos no sobrecargados de contenidos, metodologías activas, uso del laboratorio y de las TICs, establecimiento de vínculos con la vida cotidiana y con temas de actualidad, la historia de la ciencia como recurso, trabajo cooperativo, etc. Mientras tanto, puntuaciones bajas en dicha dimensión revelarían un efecto inhibitorio de la Selectividad en dichas prácticas.

La tabla 5.5 recoge medidas de centralización y dispersión de ambas escalas, así como el coeficiente Alfa de Cronbach de cada una.

De la tabla 5.5 podemos extraer algunas conclusiones de interés. La primera se refiere al más que suficiente grado de consistencia interna (Alfa de Cronbach) de cada una de las dos escalas construidas, lo que sugiere un importante grado de fiabilidad de ambas dimensiones.

Tabla 5.5.- Medidas de centralización y dispersión de las dos escalas del cuestionario 2.

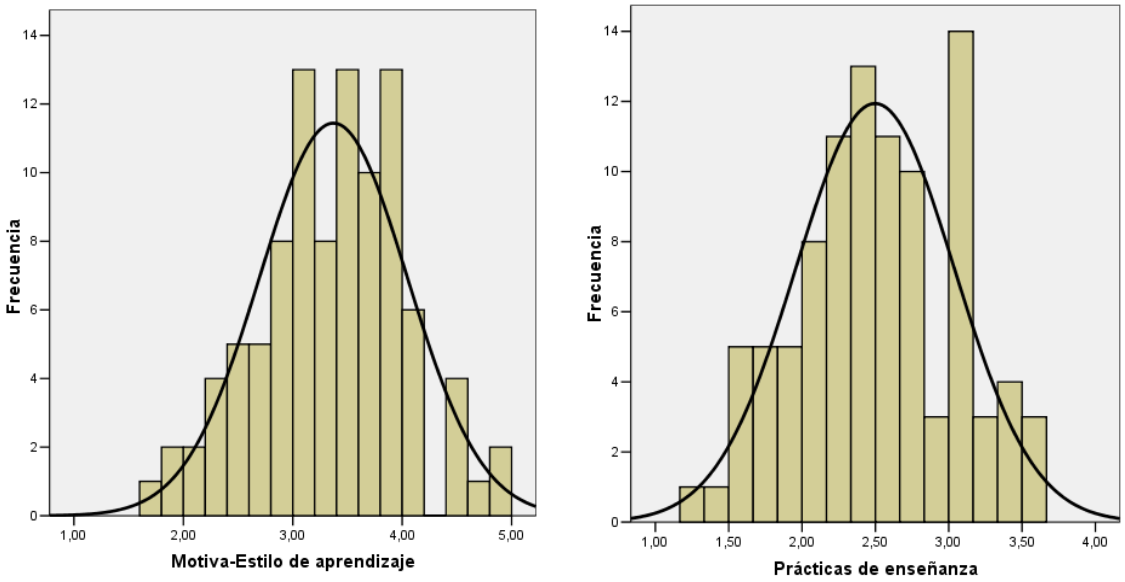
Escala	Dimensión 1	Dimensión 2
Denominación	Motivación-estilo de aprendizaje del alumno	Currículo y prácticas de aula
Intervalo de valores posibles	1-5	1-5
Alfa de Cronbach	0,82	0,81
Media	3,37	2,48
Mediana	3,42	2,45
Desviación estándar	0,67	0,54
Valor máximo	5,00	3,55
Valor mínimo	1,71	1,18
Coeficiente de Asimetría	-0,113	-0,121
Coeficiente de Curtosis	-0,059	-0,608
Prueba de normalidad de la distribución (Z de Kolomogorov-Smirnov)	0,893 ($p > 0,40$)	0,702 ($p > 0,70$)

La segunda conclusión se refiere a la naturaleza de las distribuciones de valores que proporcionan las respectivas escalas (Figura 5.2), que puede considerarse como normales en ambos casos, dados los valores de los parámetros de asimetría y curtosis obtenidos, así como los de la Z de Kolmogorov-Smirnov. Este hecho, junto al carácter continuo y no discreto de las escalas construidas, nos llevó a asignarle en lo sucesivo el carácter de variables de intervalo.

En tercer lugar, se infieren promedios para ambas escalas que muestran diferencias estadísticamente significativas respecto al valor central de la escala (3,00). Así, la dimensión 1 (motivación-estilo de aprendizaje) arroja valores más altos que dicho valor ($t= 5,405$; $p < 0,001$), mientras que la dimensión 2 (Currículo y prácticas de aula)

presenta valores más bajos (t= -9,161; p < 0,001). Ello indica que la Selectividad es percibida como un factor que condicionaría positivamente la actitud del estudiante hacia el estudio y su orientación hacia un aprendizaje significativo, mientras que repercutiría de forma negativa en el desarrollo de buenas prácticas de enseñanza.

Figura 5.2.- Distribuciones de valores aportadas por ambas dimensiones.



Finalmente, con objeto de comprobar la homogeneidad de resultados para distintas submuestras participantes en el estudio, se realizó un análisis comparativo de los resultados arrojados por las dos escalas construidas en función de las mismas. La tabla 5.6 muestra los valores de ambas escalas en función de la asignatura en la que el profesorado encuestado mantenía experiencia.

Tabla 5.6.- Valores de las escalas en función de la asignatura que ha impartido o imparte el profesor.

	Media (Desviación estándar)			
	Solo Química (n= 19)	**Química y Física (n= 41)**	**Solo Física (n= 19)**	**Biología y/o CTMA (n= 18)**
Dimensión 1: Motivación-estilo de aprendizaje del alumno	3,38 (0,48)	3,19 (0,67)	3,44 (0,77)	3,68 (0,68)
Dimensión 2: Currículo y prácticas de aula	2,54 (0,56)	2,35 (0,48)	2,59 (0,64)	2,68 (0,47)

Se pueden apreciar variaciones en los valores de las medias obtenidas para ambas escalas. Estas fluctuaciones parecen mayores en la dimensión 1 y bastante más bajas en la 2. Por otro lado, parece que son los profesores de Biología y CTMA los que puntúan más alto en ambas dimensiones, mientras que son aquellos que imparten o han impartido tanto la asignatura de Física como la de Química, los que puntúan más bajo. No obstante, sendos análisis de la varianza realizados pusieron de manifiesto que éstas no alcanzaban los límites de significación estadística, aunque en ambos casos, sobre todo en el primero, se rozaba el umbral: $F_{3,93}$= 2,370, p= 0,076 para la dimensión 1, y $F_{3,93}$= 2,071, p= 0,109 para la dimensión 2. Tales resultados indican que las percepciones del profesorado no varían en exceso en función de la asignatura concreta impartida, lo que de un lado indica que la Selectividad plantea una problemática parecida en distintas asignaturas de ciencias, y de otro avala la posibilidad de un tratamiento no diferenciado de las diferentes submuestras dentro de una muestra global única.

Otro estudio preliminar de interés consiste en comparar los resultados de esas escalas en función de la experiencia del profesor. Si los mismos resultados se obtienen en profesorado de distinta antigüedad docente, ello garantizaría la conveniencia de abordar la muestra globalmente con independencia de dicha variable. Mientras tanto, si los resultados difieren, ello sería un indicador de la necesidad de un tratamiento diferenciado para las percepciones formuladas por distintas submuestras.

Al objeto de realizar esta comparación se recurrió en este caso a un análisis correlacional mediante el coeficiente de Pearson. En ambos casos, las correlaciones resultantes fueron muy pequeñas, en ningún caso estadísticamente significativas. Así, la correlación entre años experiencia y la dimensión 1 fue de r= -0,014, p > 0,8, mientras que entre años de experiencia y la dimensión 2 fue de r= -0,068, p > 0,508.

En resumidas cuentas, podemos trabajar con una muestra global y única que aglutine a todo el profesorado participante, con independencia de la asignatura de ciencias de de bachillerato a la que se refiera o de los años de antigüedad. En ninguno de los dos casos, el factor considerado parece influir en las percepciones del profesorado.

5.3.- Análisis conjunto de resultados parciales del cuestionario 2 administrado al profesorado y de la información cualitativa

Al objeto de realizar un análisis más fino, se realizó un estudio particularizado de los resultados de cada ítem por separado, junto a la información cualitativa proveniente de las entrevistas y del cuestionario abierto. A la hora de mostrar los resultados del cuestionario cerrado, se realizó esta vez un estudio de frecuencias agrupando las respuestas en "Favorable" (puntuaciones 4-5), "Indecisas" (3) y "Todo lo contrario" (Puntuaciones 1-2). Para realizar la exposición agruparemos los ítems según las dos dimensiones componentes delimitadas por los criterios anteriores que hemos visto, diferenciando dentro de cada una distintas subdimensiones en función de las temáticas tratadas.

5.3.1.- Dimensión 1: Motivación y estilo de aprendizaje

Como ya apuntamos antes, esta dimensión aglutinaba a los ítems 7, 12, 13, 14, 15, 18 y 20, que podríamos dividir en dos subgrupos según el perfil correspondiente.

5.3.1.1.- Interés del alumnado por el estudio

La tabla 5.7 recoge los resultados de aquellos ítems que aportan indicadores sobre el interés y la motivación del alumnado, resaltando en negrilla los datos del polo que representa posiciones acordes con un efecto positivo de la Selectividad. Por ejemplo, el hecho de que se rechace (posición contraria) que las clases sean menos participativas de lo habitual en este curso, sugiere la percepción de una mejora en el nivel participación del alumnado.

Puede apreciarse, en opinión del profesorado, un efecto positivo, de la Selectividad en el interés del alumnado, en consonancia con lo que ya hemos visto. De hecho el 44,3% rechaza que en las clases de 2º de bachillerato el alumnado participe menos que en cursos anteriores, frente a un 35,1% que se muestra favorable a esa idea. Además, más de la mitad del profesorado (53,6%) rechaza la idea de que el alumnado se interese menos en ese curso por las clases de ciencias mientras que solo el 15,5% la defiende. Por último, el 81,4% del profesorado defiende una mayor motivación por el esfuerzo y el estudio en dicho curso, frente a solo el 8,2% que la rechaza.

Tabla 5.7.- Interés del alumnado por el estudio.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**	
	Recuento	**%**	**Recuento**	**%**	**Recuento**	**%**
7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual.	**43**	**44,3%**	20	20,6%	34	35,1%
12.- El alumnado se interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores.	**52**	**53,6%**	30	30,9%	15	15,5%
13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio.	8	8,2%	10	10,3%	**79**	**81,4%**

Pero, si bien la inmensa mayoría del profesorado apela en el cuestionario tipo Likert a una mayor motivación hacia el estudio en 2º de bachillerato, cuando se analizan los resultados cualitativamente a partir de los argumentos aportados en el cuestionario abierto y en la entrevista, los indicadores que emergen no resultan tan optimistas. De hecho, el único aliciente que se considera para este curso, y que justifica el aumento de la motivación detectada, se basa en una motivación puramente extrínseca orientada a superar la prueba de Selectividad u obtener una nota alta en la misma. Veamos algunos de los argumentos aportados:

> *"*[la motivación en 2º de bachillerato]*…es mayor ya que les preocupa volcar luego toda esa información en el examen de Selectividad, preguntan más dudas y tienen más al día la materia".* (Anónimo-10, cuestionario 3)

> *"Últimamente se está notando que ha aumentado entre el alumnado el interés por obtener buenas calificaciones debido a la dificultad para el acceso de la Universidad en muchas titulaciones. Evidentemente eso facilita el trabajo en clase porque el alumnado está más motivado y se esfuerza más. El problema es que a veces ese esfuerzo no va acompañado de un verdadero interés y curiosidad por la ciencia".* (Anónimo-7, cuestionario 3)

"Sí están más motivados por la nota que necesitan. En secundaria, además de tener menos edad saben que no necesitan nota para estudiar". (Anónimo-9, cuestionario 3)

"Están mucho más motivados y a la vez presionados por finalizar el Bachillerato y la Selectividad". (Anónimo-12, cuestionario 3)

En cambio, no se aporta ni un solo argumento vinculado a una motivación intrínseca, que motive un mayor interés, por ejemplo, en función de un mayor grado de amplitud o profundidad en contenidos, fruto de una mayor especialización del curso con respecto a los estudios que luego desean cursar, o como consecuencia de estrategias didácticas y recursos docentes usados por el profesorado en sus clases.

Otros profesores, sin embargo, se mostraban indecisos al comparar el interés y el esfuerzo en 2º de bachillerato respecto a cursos anteriores, prefiriendo no posicionarse ni a favor ni en contra, al considerar que el interés depende de diversos factores contextuales.

"Depende mucho de las promociones… debido a la procedencia del alumnado …, si han promocionado a 2º con la Física y Química de 1º pendiente, etc". (Anónimo-7, cuestionario 3)

"Habría tantas respuestas como alumnos. Lo que parece ocurrir en general es que los alumnos van perdiendo esa "curiosidad por la ciencia" y se van acercando cada vez más a ellas pensando en la nota y el expediente". (Anónimo-6, cuestionario 3)

"No aprecio una variación regular en el interés por las clases de ciencias en los últimos años. Unos años los alumnos muestran gran interés mientras que otros la preocupación parece más centrada en las calificaciones que se ha acentuado en los últimos años, debido sobre todo al deseo de alcanzar las notas de corte que exigen algunos estudios. El interés intrínseco por las ciencias es muy variable". (Anónimo-1, cuestionario 3)

Además, en este mismo marco de indefinición se mueven algunas percepciones puntuales que no creen ver diferencias entre la motivación de los estudiantes de 2º

de bachillerato respecto a cursos precedentes, pero igualmente sitúan la Selectividad como único elemento de motivación extrínseca:

> *"El interés es el mismo. Ellos saben que necesitan nota para poder estudiar la carrera que quieren y por tanto muestran el suficiente interés"*. (Anónimo-9, cuestionario 3)

> *"No percibo diferencias importantes. Entre 4º de ESO, 1º y 2º de bachillerato, la motivación por el esfuerzo es similar. Lo que aumenta en bachillerato, sobre todo en 2º, es la presión por tener buenos resultados".* (Anónimo-1, cuestionario 3)

En suma, aunque la motivación del alumnado y el interés por el estudio en 2º de bachillerato puede que sea algo mayor que en cursos anteriores, ello no parece ocasionado por una mejora de las actitudes hacia la química, sino por una motivación extrínseca fruto del interés por la calificación de la Selectividad.

5.3.1.2.- Aprendizaje significativo vs. aprendizaje memorístico

La tabla 5.8 recoge los resultados correspondientes a aquellos ítems que evalúan el estilo de aprendizaje del alumnado, en los que se contrapone una tendencia favorable a aprender de forma significativa, frente a otra orientada por un aprendizaje mecánico y memorístico.

Antes que nada indicar que, como sugieren los resultados del ítem 20, la Selectividad parece un factor que contribuye positivamente a que el profesorado tienda a evaluar más la comprensión significativa del alumnado que el aprendizaje memorístico. No obstante, a tenor de los resultados en los ítems 14, 15 y 18, no parece que esta circunstancia, como tampoco la de la mayor motivación del alumnado de la que hemos hablado, redunden suficientemente en una mayor preocupación por aprender de manera significativa. De hecho, aunque los datos marcan en el ítem 14 una leve tendencia a considerar que el alumnado pone más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada, en vez de manera mecánica y memorística, en los dos restantes -ítem 15 y 18- los resultados revelan un equilibrio entre ambos estilos de aprendizaje.

Tabla 5.8.- Estilo de aprendizaje.

	Todo lo contrario		Indeciso		Favorable	
	Recuento	**%**	**Recuento**	**%**	**Recuento**	**%**
14.- El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores.	29	29,9%	25	25,8%	**43**	**44,3%**
15.- El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica.	35	36,1%	24	24,7%	**38**	**39,2%**
18.- El alumnado se preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados.	**34**	**35,1%**	26	26,8%	37	38,1%
20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos.	**56**	**57,7%**	29	29,9%	12	12,4%

Por tanto, en conjunto parece que la Selectividad, se percibe como un factor potencial que podría favorecer estilos de aprendizaje con una orientación más significativa y menos memorística que en cursos anteriores, pero se estima que, a la postre, dicho factor no alcanza a hacerse efectivo, al menos con la intensidad que podía presuponerse.

Este cuasiequilibrio de posicionamientos también se observa en el cuestionario abierto y en la entrevista, donde aparecen argumentos de cuatro tipos: a) tendencia a un aprendizaje de tipo razonado; b) tendencia a un aprendizaje mecánico y memorístico; c) tendencia ambivalente; y d) tendencia a un aprendizaje exclusivamente centrado en aprobar los exámenes.

Así, de un lado están quienes se inclinan a pensar que el 2º de bachillerato propicia una mayor preferencia en el alumnado por aprender de forma significativa. Veamos algunos de los argumentos aportados:

"Creo que en general el alumnado, quizás por la manera en que se trabaja la materia desde los cursos anteriores, tiene más empeño en razonar". (Anónimo-7, cuestionario 3)

"No todos, pero la mayoría intenta comprender y aprender de forma razonada". (Anónimo-9, cuestionario 3)

"Depende del alumno o alumna, pero según mi experiencia puedo decir que la mayoría intenta razonar y entender las cuestiones y problemas que se plantean y memorizar solo ciertos conceptos, leyes o fórmulas; memorizar un problema o la formulación por ejemplo sin entenderla, pienso que es ciertamente más difícil que razonarlo". (Anónimo-10, cuestionario 3)

"Creo que intentan aprender de forma más razonada porque los exámenes generalmente tienen más contenidos y se están preparando para su primera prueba externa global". (Anónimo-11, cuestionario 3)

De otro lado, encontramos quienes creen que el alumnado, en general, prefiere siempre aprender de la manera más cómoda posible, lo que, inexorablemente, les impulsa a un aprendizaje mecánico y memorístico:

"Es mucho más cómodo para la mayoría "empollar" que razonar, salvo raras excepciones. La manera memorística les da más confianza en sus posibilidades y piensan, de forma desacertada, que es más fácil aprobar memorizando". (Anónimo-2, cuestionario 3)

"Lo que aprenden en clase, por falta de estudio, lo van olvidando y solo se confía en el "atracón" del día o días antes del examen. Esto conlleva que el aprendizaje no siga el ritmo adecuado. Se estudia, se trabaja la materia pero a destiempo. Se convierte así en un aprendizaje superficial y los contenidos no se llegan a interiorizar y asimilar suficiente. Cada vez es más común, encontrarse con alumnos/as que, habiendo obtenido una magnífica calificación en un control, que han sido capaces de resolver de manera razonada ejercicios y desarrollar cuestiones teóricas, no son capaces de contestar una cuestión sencilla dos semanas después de un examen. Este hecho, como comentamos a menudo, provoca una cierta perplejidad en el profesorado". (Anónimo-7, cuestionario 3)

En ocasiones, incluso, se percibe que dicha inclinación se ve reforzada, por otra parte, por el tipo de enseñanza recibida:

> *"Para algunos, comprender es sólo manejar con suficiente soltura una secuencia de operaciones algebraicas o un determinado algoritmo de resolución. Este aprendizaje mecánico, alejado de la comprensión de las ideas y de la capacidad de resolución de problemas, parece depender sobre todo del estilo de enseñanza recibida a lo largo de la secundaria obligatoria y del bachillerato".* (Anónimo-1, cuestionario 3)

Por otro lado, se detectaron opiniones que contemplaban la posibilidad de convivencia de ambos estilos de aprendizajes:

> *"Se observa más interés por entender lo que se estudia pero siguen recurriendo bastante al aprendizaje memorístico y a la realización de problemas de forma mecánica".* (Anónimo-13, cuestionario 3)

> *"Hay de todo. A los que se consideran "alumnos de ciencia" tienen más empeño en comprender las ideas y aprender de forma razonada y son los que dinamizan la clase. Por otra parte hay muchos alumnos, muy trabajadores y no muy inteligentes y despiertos, que superan la materia a base de codos y aprenden incluso los problemas de forma mecánica y memorística. Con este tipo de alumnos cualquier cambio en las preguntas de examen supone una catástrofe".* (Anónimo-6, cuestionario 3)

Finalmente, una gran parte de los argumentos se centran en la presencia de la Selectividad como elemento que condiciona al profesorado y le lleva, implícitamente, a favorecer un aprendizaje volcado en la motivación por aprobar los exámenes, lo que, como sabemos, conduce habitualmente a aprendizajes mecánicos y memorísticos. En este sentido, en este curso se manifiesta una especial preocupación por enseñar en función de "lo que entra en el examen de Selectividad" y de cómo se pregunta en dicha prueba. Incluso, en multitud de ocasiones se reconoce que se recurre al mismo formato de preguntas de Selectividad, al objeto de preparar a conciencia para dicho examen, aunque olvidando a veces que los alumnos hagan suyos esos aprendizajes. De hecho en

ninguna de las respuestas presentadas por el profesorado se muestra que se enseñe para fomentar capacidades de razonamiento crítico y creativo, ni para satisfacer la curiosidad personal o el gusto por la ciencia, sino solo para los exámenes y para el fin último de obtener la puntuación más alta posible en dicho examen, con objeto de garantizar entrar en la carrera elegida:

"Pienso que se les orienta para realizar los exámenes de una forma determinada, a ellos les interesa saber qué tipo de examen se les va a plantear que en tener más conocimientos de los necesarios". (Anónimo-10, cuestionario 3)

"Se prepara más y los preparamos, los profesores para el examen de Selectividad". (Anónimo-11, cuestionario 3)

"Tienden a aprender lo necesario para aprobar el examen de Selectividad, de hecho continuamente los profesores hacemos referencia a él". (Anónimo-12, cuestionario 3)

"Tienden más a aprender para sacar buenas notas en los exámenes y sobre todo en Selectividad". (Anónimo-13, cuestionario 3)

"El alumnado se pasa la vida estudiando para el examen inminente". (Anónimo-7, cuestionario 3)

"Se les prepara más para superar ese examen que para que aprendan y hagan suyos los aprendizajes que se imparten. Esa presión no se da en los cursos anteriores". (Anónimo-6, cuestionario 3)

"La dinámica de 2º de bachillerato afecta más a los propios profesores que a los alumnos. En segundo de bachillerato, los profesores tendemos a imitar los formatos de examen de las PAU y condicionamos el proceso de aprendizaje a la superación de este tipo de examen". (Anónimo-1, cuestionario 3)

"Preparo para aprobar Selectividad no para saber Química". (Anónimo-8, entrevista)

En suma, se muestra en conjunto una clara contradicción entre cierto potencial reconocido en este curso para que los alumnos aprendan de forma significativa y no memorística, y la propia dinámica real del curso que tiende a fomentar aprendizajes

fundamentalmente centrados en lo que se les pide en los exámenes. O lo que es lo mismo, de un lado la presencia de la Selectividad se considera como un incentivo que pudiera orientar en primera instancia el trabajo del alumno hacia un aprendizaje más comprensivo, pero por otro, se reconoce que al convertirse la prueba de Selectividad como un objetivo en sí mismo, el tipo de aprendizaje que se promueve a la larga es más mecánico y memorístico de lo que sería deseable. En la siguiente intervención vemos reflejada esta contrariedad:

> *"La dinámica que se sigue es contradictoria con la necesidad de la paciencia necesaria para el razonamiento y la comprensión de los conceptos transmitidos. Esto les lleva y nos fuerza a la realización de continuas pruebas y exámenes, con la consiguiente falta de tiempo para el aprendizaje razonado".* (Anónimo-4, cuestionario 3)

5.3.2.- Dimensión 2: Currículo y prácticas de aula

En esta segunda dimensión se incorporan los ítems 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17 y 21, que se refieren a decisiones relacionadas con los contenidos y la metodología de enseñanza.

5.3.2.1.- Densidad de contenidos y ritmo de clase

El ítem 2 servía para comparar el ritmo de las clases respecto a cursos anteriores. Puede verse que solo el 10,3% del profesorado defendía un ritmo de enseñanza más lento que en cursos anteriores, mientras que más de las tres cuartas partes (77,3%) se oponía a dicha idea (tabla 5.9). Ello viene a indicar una percepción bastante generalizada en cuanto a que la Selectividad supone un factor que contribuye decisivamente a programas más sobrecargados de contenidos y a clases más densas de lo habitual.

Tabla 5.9.- Densidad de contenidos y ritmo de clase.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**	
	Frecuencia	**%**	**Frecuencia**	**%**	**Frecuencia**	**%**
2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual.	75	77,3%	12	12,4%	**10**	**10,3%**

Con objeto de profundizar en las percepciones al respecto del profesorado, recurriremos a los datos cualitativos provenientes del cuestionario abierto y de las entrevistas. Como veremos a continuación, estos sirven para afianzar esta conclusión, si bien no siempre esta inflación en el ritmo de clase y en la densidad de contenidos impartidos se percibe como un hándicap para el profesor ni un obstáculo para el aprendizaje del alumnado.

Empezando por la percepción mayoritaria, que no es otra que un sentimiento de queja en torno a los ritmos de trabajo que se ven obligados a imprimir a sus clases en este curso, veamos algunos de los argumentos aportados por los docentes consultados. Las ideas que se manejan se mueven en torno a la necesidad de "trabajar contra reloj", de encontrar dificultades para terminar el temario, o de imposibilidad de profundizar mínimamente en los contenidos tratados:

> *"Se va contra reloj para terminar el temario para preparar la prueba".* (Anónimo-18, Cuestionario 1)
>
> *"… el desarrollo temporal del temario puede hacer que los contenidos del final del temario queden demasiado comprimidos".* (Anónimo-16, Cuestionario 1)
>
> *"El temario para esta materia es demasiado amplio para el número de horas asignadas a esta asignatura, por lo que no se puede profundizar en determinados contenidos ni trabajar determinados procedimientos y destrezas".* (Anónimo-14, Cuestionario 1)
>
> *"El temario es muy amplio. La materia es muy densa".* (Anónimo-8, entrevista)
>
> *"…y eso, vamos, vamos a decir la espada de Damocles que tenemos detrás de la cabeza, y tienes que seguir corriendo…"*. (Anónimo-7, entrevista)
>
> *"En 2º de bachillerato tengo que andar rápido".* (Anónimo-8, entrevista)
>
> *"…en 2º de bachillerato lo tienes que dar todo, lo tienes que dar todo intensamente, tienes que correr, correr…".* (Anónimo-12, entrevista)

A colación de todo esto, con frecuencia se manifiestan opiniones que atribuyen directamente a este condicionante algunas de las decisiones metodológicas que se toman y que conducen inexorablemente a un tipo de enseñanza tradicional y poco

innovadora. Aunque abordaremos este tema más adelante de forma más específica, adelantamos aquí algunas opiniones vertidas en este sentido:

> *"…la clase es correr, evidentemente hay que correr mucho, es una clase magistral en la que prácticamente continuamente es dar contenidos y mandarles ejercicios para que ellos lo trabajen y como son muchas las asignaturas que tienen tampoco los hacen y al final quien termina haciendo incluso las clases de problemas se convierten en que las haces tú".* (Anónimo-11, entrevista)

> *"…tú tienes que ceñir prácticamente a lo que es el temario y no puedes hacer ningún otro tipo de enseñanza más que enseñanza de contenidos, contenidos y contenidos".* (Anónimo-12, entrevista)

Consecuencia de todo ello es que se suela considerar que los temarios son excesivos y que deberían reducirse de manera sustancial:

> *"… Yo creo que el programa debería acortarse".* (Anónimo-2, entrevista)

> *"Pienso que los temarios son muy exigentes, los temarios son muy amplios, no veo que haya suficiente tiempo para darlos, parece una excusa pero yo lo veo así, porque existe una Selectividad luego en la que a ti te van a exigir o te van a pedir cuentas de los temarios que tú tienes que dar".* (Anónimo-7, entrevista)

> *"En Química lo veo muy amplio el temario, el temario es muy muy muy amplio".* (Anónimo-11, entrevista)

> *"Sí. A veces, por falta de tiempo, se "prepara para el examen", en lugar de impartir la materia de forma más lógica".* (Anónimo-21, Cuestionario 1)

No obstante, conviene aclarar que no todo el profesorado percibe este aumento del ritmo de modo dramático, valorándose en algunos casos, por el contrario, como una labor llevadera, en cierto modo incómoda, pero inevitable, y ante la que es posible encontrar soluciones:

> *"En bachillerato pues la verdad es que tengo que ir un poco más rápido para terminar el temario y aunque yo repita un poquito ¿no? lo que he dado el día anterior, pero bueno es que voy más rápido".* (Anónimo-9, entrevista)

"Yo el temario lo doy entero pero no lo doy entero en mayo, si hace falta yo me quedo hasta junio dando clase. Es decir, que no es cuestión de correr y de dar el temario, y que si Selectividad… Vamos a aprender química, vamos a ir despacito, vamos a terminar el temario a tiempo pero no corriendo y ya veréis si aprobáis o no la Selectividad". (Anónimo-4, entrevista)

"La verdad que mi actitud intenta no ser tanto de contenidos sino más de adaptar o entender conceptos". (Anónimo-5, entrevista)

Más aún, para una parte del profesorado, el temario involucrado no podría ser otro, considerando que todo, o al menos la mayoría del contenido implicado, es necesario para una formación adecuada del alumnado:

"Creo que se tocan temas fundamentales de la Química General. Al profesor no le condicionan porque el temario es conveniente realizarlo en su totalidad". (Anónimo-15, Cuestionario 1)

"Conforme se va avanzando a cursos superiores, claro, ahí hay unos contenidos que hay que ver y siempre he pensado que los contenidos hay que darlos y darles cierto nivel y desde ese punto de vista por ejemplo la Selectividad pues cumple o cumplía un papel y era un poco lo de marcar un poco objetivos mínimos…". (Anónimo-6, entrevista)

"Los contenidos que se tienen que dar, los objetivos que se tienen que dar así como son los ejercicios de las pruebas… eso me parece a mí que está bastante bien". (Anónimo-10, entrevista)

"Los contenidos son los necesarios para que los alumnos tengan una uniformidad, para su inicio en la Universidad". (Anónimo-22, Cuestionario 1)

Puede verse en estas palabras una cierta complicidad con los contenidos exigidos, al considerarlos importantes para la formación del alumnado y para homogenizar los conocimientos con los que este accede a la Universidad. Como es natural, en esos casos suele considerarse que el programa puede llegar a ser perfectamente abordable:

"Pienso que son los más importantes y realmente el programa de Química de 2º se llega, hombre, hay que estar pendiente del tiempo de la programación, de los

tiempos, de la temporalización de la programación, pero suele dar tiempo. Cuando terminas Mayo los niños ya llevan una base de estequiometría que normalmente la llevan porque está en el programa de primero, ¿no? y puedes llegar al final sin problemas". (Anónimo-3, entrevista)

"Es cuestión de marcar ritmos, o sea yo creo que si se marca el ritmo los alumnos depende de cómo vayas tirando, responden o no responden, y su intención es siempre ir tirando, ir frenando, e ir intentando que no, cuanto menos mejor pero ahí hay que intentar bien, de buena forma motivándolo y todo eso pero hay que intentar cubrir en parte todo lo que está previsto, claro". (Anónimo-6, entrevista)

"El temario no es largo y da tiempo sobrado para terminarlo en el tiempo establecido e incluso he tenido siempre la posibilidad de insistir en aquellos puntos que se reiteran en las pruebas de Selectividad". (Anónimo-17, Cuestionario 1)

Claro está, que esta visión solo puede llegar a sostenerse desde un cambio en las prioridades de lo que uno quiere conseguir con el alumnado, desplazándose el punto de mira desde la calidad a la cantidad de los aprendizajes adquiridos:

"…es más importante que se trabajen en clase todos los contenidos, que la asimilación de los mismos por parte del alumnado". (Anónimo-14, Cuestionario 1)

"…tengo que dar el temario y entonces tengo que correr un poquito más, y no me puedo parar mucho". (Anónimo-11, entrevista)

Entre esas dos posiciones extremas, una más crítica y otra más comprensiva con el programa existente, encontramos percepciones intermedias y que adoptan una posición de compromiso, reconociendo la excesiva amplitud del programa, pero abogando por la necesidad de afrontarlo por un imperativo profesional, esto es, porque así se le demanda:

"…los alumnos tienen que ir a una prueba final, entonces no tienen más remedio o no tengo más remedio que dar el temario que va a esa prueba final sea el tema importante o no sea el tema importante, a lo mejor hay otros temas que no se dan porque no entran en la prueba de Selectividad y sin embargo son más

importantes que los que actualmente se dan. Y entonces pues yo creo que es por eso, por el hecho de que tienen que examinarse de esos contenidos y entonces no hay más remedio que darlos". (Anónimo-9, entrevista)

"…es mucho contenido y muy importante todo, y claro el problema es ese que siempre estamos justitos de tiempo, porque termina mucho antes, el examen, las evaluaciones, todo es más acelerado. … Es cuestión de tiempo". (Anónimo-10, entrevista)

"Hombre, yo creo que nosotros tenemos la misión de procurar que aprendan química pero también que saquen la máxima nota porque los chiquillos tienen derecho a poder optar a ese examen en las mejores condiciones, ¿no? ... Entonces yo no puedo dejar de olvidarme que tienen que pasar ese examen…". (Anónimo-3, entrevista)

En resumen, aunque mayoritariamente se percibe un exceso en el ritmo de trabajo y en la densidad de contenidos impartidos en 2º de bachillerato, y en muchos casos se demanda cambios sustanciales en este sentido, no siempre dicha circunstancia es considerada como algo negativo, como un problema o como un factor a corregir. Tal vez la coyuntura de este curso conduzca a una amalgama de opiniones y sentimientos confusos y encontrados. Así, por un lado, parece percibirse que los altos ritmos de las clases suponen un obstáculo a la voluntad del profesorado para una enseñanza más comprensiva y para detenerse ante los contenidos más complejos; aunque, por otro, se percibe a la vez una obligación moral por preparar a los alumnos para esa prueba y para sus futuros estudios universitarios.

5.3.2.2.- Inclusión de contenidos novedosos y con orientación CTS

En este grupo de ítems se consideran aquellos relacionados con la inclusión de contenidos novedosos y con proyección CTS (tabla 5.10).

Se aprecia claramente un fuerte efecto inhibitorio de la Selectividad en la inclusión de este tipo de temáticas en el currículum.

Tabla 5.10.- Contenidos CTS.

	Todo lo contrario		Indeciso		Favorable	
	Frecuencia	**%**	**Frecuencia**	**%**	**Frecuencia**	**%**
9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad.	**27**	**27,8%**	14	14,4%	56	57,7%
10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores.	53	54,6%	28	28,9%	**16**	**16,5%**
11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato.	70	72,2%	15	15,5%	**12**	**12,4%**

Así, solo el 27,8% del profesorado rechaza la idea de que dedique menos tiempo en 2º de bachillerato a temas de actualidad científica respecto a cursos anteriores, frente al 57,7% que lo suscribe abiertamente. Por su parte, tan solo el 16,5% considera que en ese curso se relaciona más la ciencia con la vida cotidiana en comparación con otros cursos, frente al 54,6% que se opone frontalmente a dicha opinión. Finalmente, una minoría de la muestra (12,4%) considera al 2º de bachillerato como un curso más propicio para introducir aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de bachillerato, frente al 72,2% que opina todo lo contrario.

De nuevo, el cuestionario abierto y las entrevistas sirvieron para conocer más de cerca los argumentos esgrimidos por el profesorado para defender tales posiciones. A continuación presentamos algunas de las respuestas aportadas:

"… [El temario] te impide a veces profundizar en temas… que a lo mejor pueden ser interesantes, ampliar cosas que a lo mejor a ti te gustan, les puedes gustar a tus alumnos, puede ser formativo pero que tú no tienes tiempo para explayarte por ahí… Relacionarlo más con la vida cotidiana, con la vida de la, no sé de la industria química, de muchísimas cosas que uno no puede hacer… uno termina haciendo la enseñanza mucho más tradicional, menos discusiones en clase, tú ves que hay veces que llega un momento en que un tema aunque sea interesante

tienes que cortar porque ya no tienes más tiempo, porque tienes que terminar…". (Anónimo-7, entrevista)

"… la Selectividad condiciona mucho el temario, entonces se están dejando de dar cosas en el siglo XXI que no son consideradas actualmente, a mi me parece que sí el temario que hay sí, hay que conocerlo claro está, pero… demasiado denso, a veces, ¿no?, demasiado y se dejan cosas fundamentales y actuales por cosas que ya se han repetido a lo mejor, o que deberían de formar parte de algún seminario, pero el temario está desde mi punto de vista desequilibrado". (Anónimo-4, entrevista)

"…es la propia Universidad la que está imponiendo esos contenidos que en su mayor parte son del tipo conceptual o que se refieren a una resolución de unos tipos de problemas que se especifican muy concretos que ocupan tantísimo tiempo por el volumen que supone que te dejan muy poco margen para hacer otro tipo de cuestiones, que serían quizás desde mi punto de vista más interesantes, pero supone un condicionante muy fuerte". (Anónimo-1, entrevista)

"…lo quieres dar todo, luego no tienes más remedio que guiarte por lo que te dicen que tienes que dar y cómo lo tienes que dar, vamos, como te especifican que esto se da así o esto se da de otra manera". (Anónimo-12, entrevista)

"…apenas queda tiempo para tocar aspectos colaterales que ilustrarían lo aprendido". (Anónimo-16, Cuestionario 1)

Puede apreciarse en todos estos comentarios una gran servidumbre del profesorado respecto al programa de contenidos existentes. No obstante, en el fondo, el programa en el que el profesorado parece pensar no es el que viene definido por el marco oficial del bachillerato, sino en el delimitado por los criterios al uso de planificación de las pruebas de Selectividad. De hecho, si uno lee en el BOE el currículo oficial de la asignatura de Química de 2º de bachillerato, encuentra cosas como las siguientes:

"*El desarrollo de esta materia debe contribuir a una profundización en la familiarización con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica y a la apropiación de las competencias que dicha actividad conlleva, en particular en el campo de la química … En el desarrollo de esta disciplina se debe seguir*

> *prestando atención a las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en particular a las aplicaciones de la química, así como a su presencia en la vida cotidiana, de modo que contribuya a una formación crítica del papel que la química desarrolla en la sociedad, tanto como elemento de progreso como por los posibles efectos negativos de algunos de sus desarrollos. El estudio de la Química pretende, pues, una profundización en los aprendizajes realizados en etapas precedentes, poniendo el acento en su carácter orientador y preparatorio de estudios posteriores, así como en el papel de la química y sus repercusiones en el entorno natural y social y su contribución a la solución de los problemas y grandes retos a los que se enfrenta la humanidad*". (REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. BOE nº 266 (6 de noviembre de 2007), p. 45.451)

Puede verse que el currículo oficial realiza una apuesta decidida por el estudio de aplicaciones novedosas de la química, de las relaciones entre sociedad y medioambiente, o de las conexiones existentes entre contenidos de química y la vida cotidiana. En contraste, el profesorado no parece referirse a este currículum oficial, sino a los contenidos que suelen incluirse en las pruebas de acceso, actuando éstas como verdadero, y casi único, referente de los docentes:

> *"Las pruebas de Selectividad condicionan los contenidos de Química en el sentido que se les da más importancia a los contenidos relacionados con las preguntas más frecuentes en los exámenes de diferentes convocatorias".* (Anónimo-14, Cuestionario 1)

> *"… tú trabajas fundamentalmente aquellos contenidos que pertenecen al programa, ¿no?, a lo que va a entrar en Selectividad, que no quita que haya una cosa que digan esto no va a entrar y tú si lo consideras básico no lo trabajes, ¿no?".* (Anónimo-3, entrevista)

> *"Los contenidos son muy extensos y ¿cómo afectan?... sí, porque si hay un tema que no entra en Selectividad, realmente no lo suelo explicar porque no tengo tiempo".* (Anónimo-9, entrevista)

Puede verse en estos comentarios que el tipo de contenido habitualmente exigido en dichas pruebas se revela como un condicionante decisivo en la toma de decisiones del profesorado, hasta el punto de que, en algunos casos, contenidos que podrían considerarse importantes, se descartan ya que no suelen exigirse en las pruebas de acceso. O dicho de otro modo, la presión que ejercen estas pruebas conforma un escenario no solo poco o nada estimulante, sino disuasorio, para el tratamiento de estos temas en las clases:

> *"Existe casi un compromiso oculto por preparar a los alumnos para la ejecución casi de la prueba, para pasar la prueba con la mejor nota posible más que otra cosa. Y además después las notas que sacan los alumnos son objeto de análisis, se publican en el centro, hay que responder ante esas calificaciones y se mide en gran parte el resultado de lo que uno hace en bachillerato, en segundo de bachillerato, en función de la calificación que sacan los alumnos en la prueba y que nos están recordando continuamente. Más aun con las notas de corte actuales. Yo he notado que desde que existen, todavía, todavía provocan una presión muchísimo mayor".* (Anónimo-1, entrevista)

Claro está que la inclusión de estos contenidos alternativos no vendría sino a aumentar todavía más el volumen de contenidos del programa, lo que de nuevo viene a revelar la necesidad de una brusca reducción de los contenidos más tradicionales o un aumento sustantivo en las horas semanales dedicadas a la Química a lo largo del bachillerato.

5.3.2.3.- Metodología y recursos

En este grupo de ítems incluimos aquellos relacionados con decisiones metodológicas y con la selección de recursos para la enseñanza (tabla 5.11).

Tabla 5.11.- Metodología y recursos.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**	
	Recuento	**%**	**Recuento**	**%**	**Recuento**	**%**
4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad.	84	86,6%	9	9,3%	**4**	**4,1%**
5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audiovisuales (vídeos)	**32**	**33,0%**	21	21,6%	44	45,4%
6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras.	60	61,9%	19	19,6%	**18**	**18,6%**
8.- Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc.	21	21,6%	24	24,7%	**52**	**53,6%**

También en este caso, el efecto de la Selectividad parece aplastante en un sentido negativo desde el punto de vista de las decisiones adoptadas a nivel de metodología de enseñanza. Por ejemplo, un dato clarificador es el bajo porcentaje de profesores que consideran 2º de bachillerato como un curso más propicio para realizar prácticas de laboratorio. Dicho porcentaje es solo del 4,1%, frente al 86,6% que estima todo lo contrario.

En el caso del uso de las TICs, la situación parece un poco más equilibrada, si bien hay mayoría relativa de profesores que declara un efecto negativo de este curso en el uso de tales recursos (45,4%) frente a una proporción algo menor (33%) que declara lo contrario. Finalmente, solo el 18,6% del profesorado declara que este curso es más propicio para introducir metodologías innovadoras, frente a un 61,9% que estima justo lo contrario. Es, por tanto, el apartado metodológico otro sobre los que más negativamente parece incidir las circunstancias del 2º de bachillerato desde el punto de vista didáctico.

Curiosamente, sin embargo, el profesorado cree mayoritariamente (53,6%) que en 2º de bachillerato se realizan más actividades y ejercicios que en cursos anteriores, lo que

sí sería un dato positivo al respecto. De todos modos, es muy posible que el tipo de actividades en el que se esté pensando no sean aquellas de naturaleza abierta y creativa, sino de resolución de ejercicios algorítmicos, que son las tareas más asiduas en este curso, como sabemos, como instrumento de preparación para el examen de Selectividad.

A la hora de justificar esta escasa atención a las prácticas de laboratorio en 2º de bachillerato, una parte de los profesores apunta como razón el escaso tiempo disponible para ello dada la amplitud del programa, lo que viene ya de entrada a indicar que éstas no son vistas como prioritarias en el desarrollo del currículum en este curso:

> *"…el volumen de contenido condiciona mucho el empleo del laboratorio".* (Anónimo-1, entrevista)

> *"… el temario es muy denso en 2º y no da tiempo… Hay años en el que van al laboratorio y hay años que no. La razón el tiempo".* (Anónimo-8, entrevista)

En el caso de algunos profesores consultados, en última instancia, se llega a responsabilizar a la prueba de Selectividad de este contratiempo, aunque en otros la responsabilidad se sitúa no tanto en la presencia de la PAU en sí, como en el temario que toma como referencia:

> *"Resta tiempo a la hora de realizar prácticas de laboratorio por ejemplo, o no se cuenta con ello, pero eso es más bien un problema del currículo de Bachillerato y no de la prueba en sí".* (Anónimo-18, Cuestionario 1)

Un segundo argumento en contra de la posibilidad de impartir prácticas de laboratorio en 2º de bachillerato, en opinión del profesorado encuestado, estriba en el tamaño tan numeroso de la mayoría de grupos-clase, ya no solo por la necesidad de disponer de material suficiente para hacer la práctica todos ellos, sino también por la dificultad de gestión y organización del aula que plantean clases tan numerosas.

> *"…En 2º de bachillerato van alguna vez, sí, pero también es que tengo treinta y muchos…"*. (Anónimo-2, entrevista)

> *"…en cambio en Bachillerato trabajo en el aula y de vez en cuando trabajamos en el laboratorio con una periodicidad bastante variable en función de los años, del tema, de los alumnos, pero sí que es cierto que lo uso de forma diferente, en la Secundaria Obligatoria es continuo el trabajo del laboratorio y en bachillerato pues ocasional… La razón por el número de alumnos y por el tipo de contenido que se demanda impartir, el volumen de contenido condiciona mucho el empleo del laboratorio".* (Anónimo-1, entrevista)

Finalmente, otra de las razones por las que el profesorado señala no frecuentar el laboratorio en este curso radica en el escaso peso que, a la postre, tienen las preguntas relacionadas con las prácticas de laboratorio en las pruebas de Selectividad. Así, aun cuando, desde la ponencia de Química de Selectividad se "sugiere" la realización durante el curso de, al menos, dos prácticas -disolución y valoración ácido-base / valoración redox- la realidad es que, luego, son muy pocas las preguntas que se plantean sobre las mismas en los exámenes de acceso, como hemos tenido ocasión de ver en el capítulo 4. De hecho, solo aparecen, ocasionalmente, como apartados o subapartados en los enunciados de algunos problemas. Concretamente tras la realización de algún cálculo estequiométrico en una disolución, cuestionándose en torno a cómo preparar dicha disolución y qué material de laboratorio se utilizaría, o en un problema de ácido-base en el que, tras el cálculo principal, se pregunta el material y el procedimiento a seguir para realizar dicha valoración:

> *"Como en Selectividad no se hacen preguntas que tengan relación con las prácticas de laboratorio (salvo dos posibles preguntas) ello hace que no se atienda este aspecto de 'ciencia experimental' de la Química y apenas se realicen prácticas…".* (Anónimo-6, entrevista)

Incluso, en algún caso, el profesorado se lamenta de que las preguntas de este tipo que se plantean ni siquiera requerirían estrictamente la realización de la práctica en sí, dado que su solución podría aprenderse conceptualmente sin necesidad de haberse experimentado manualmente:

"… aunque quizás viendo el tipo de preguntas que hacen en Selectividad a raíz de esas prácticas de laboratorio, no creo que fuera muy difícil hacer un listado de las respuestas necesarias para contestarlo". (Anónimo-5, entrevista)

En cualquier caso, salvo honrosas excepciones, en el mejor de los casos en los que el profesorado consultado declaraba realizar prácticas de laboratorio en 2º de bachillerato en ciertas ocasiones, se reconoce que las prácticas realizadas son las mínimas imprescindibles, justo para cubrir las dos supuestamente obligatorias "recomendadas". Concretamente, se mostraba conformista con la posibilidad de hacer únicamente las dos prácticas, unas veces realizándolas todos los alumnos, otras solo algunos, e incluso a veces realizándolas solo el propio profesor a modo de experiencia de cátedra. Todo ello en función del tiempo y de los recursos disponibles:

"Después en 2º de bachillerato las dos prácticas normales: neutralización y preparación de disoluciones". (Anónimo-8, entrevista)

"…en 2º de bachillerato hemos hecho valoraciones redox y valoraciones ácido-base, sí, sí". (Anónimo-11, entrevista)

"Sí, esa la hacen, sí, sí, la valoración y la preparación de disoluciones la hacen, sí… Las explico de forma teórica en el aula y luego la hacen ellos, las hacen ellos entre comillas, a lo mejor la hacen cuatro alumnos y los demás los ven… Por el número de alumnos, y sí, y por razones organizativas, siempre, además del material". (Anónimo-13, entrevista)

"En 2º de bachillerato pocas veces hemos podido incluso salir al laboratorio… Hemos estado a lo mejor media hora explicando y a lo mejor 20 minutitos haciendo la práctica al final, pero bueno, me refiero por ejemplo a ácido-base, yo le expliqué todo lo de los indicadores y todo y después hicimos la práctica en eso, en unos 20 minutos más o menos". (Anónimo-10, entrevista)

Para finalizar este apartado dedicado a las prácticas de laboratorio, hemos de comentar que solo una pequeña parte del profesorado declaraba desarrollar prácticas de laboratorio con sus alumnos más allá de estos mínimos referidos antes. Es alentador en este sentido comprobar que hay profesores que no desfallecen en

el intento, mostrándose menos condicionados en este curso y, consecuentemente, realizando prácticas con sus alumnos de una forma más asidua.

> *"En bachillerato vamos un poquito más forzado por el programa… pero por ejemplo nosotros en química de 2º de bachillerato pues hacíamos al menos una práctica por tema". (A*nónimo-6, entrevista)

> *"…yo siempre y bueno muchos compañeros míos éramos partidarios de que el laboratorio tenía que estar incluido, y después de mucho conseguimos que se pusiera, claro, si no aparecen preguntas en Selectividad relacionadas con las prácticas pues como que no..."*. (Anónimo-6, entrevista)

> *"…todo lo que sea relacionado con la química y con la física siempre que se pueda al laboratorio… Y si se puede dar la clase en el laboratorio, en el laboratorio, porque se tiene a mano todo, siempre que se puede; si no pues se llevan las cosas del laboratorio al aula y lo hace uno magistralmente…En química las prácticas se hacen si hay tiempo, me explico, si hay material y demás. Y como no suele haber material para todos la hago yo".* (Anónimo-4, entrevista)

Por otro lado, las TICs están proporcionando hoy recursos de enorme valor para el aula. De este modo, el uso de recursos en red, plataformas educativas, pizarra digital… está cada vez más extendido en los diferentes centros de enseñanza. La pregunta que nos hacemos en este contexto es si este avance metodológico repercute también, en la misma medida, en la enseñanza de Química en 2º de bachillerato.

Al contrario de lo que ocurría con las prácticas de laboratorio, en el caso del uso de las TICs no parece haber un descenso pavoroso de su uso en 2º de bachillerato, aunque sí un cierto descenso. Al objeto de analizar las razones que esgrime el profesorado al justificar este tipo de tendencia, procedimos a analizar los datos cualitativos procedentes del cuestionario 1 y de las entrevistas.

Antes que nada conviene destacar, en primer lugar, cuáles son los recursos TICs que el profesorado declara emplear con mayor asiduidad, a saber: plataforma educativa, pizarra digital, videoproyector y ordenador personal para buscar información. Mostramos a continuación distintas citas textuales recogidas en las respuestas abiertas

de los profesores, que servirán para ilustrar el uso que se hace en el aula en 2º de bachillerato de los recursos TICs:

> *"…las TICs sí que las empleo en todos los niveles pero cierto que, en bachillerato de diferente manera…En los niveles superiores hago uso de la plataforma, aquí en el centro tiene una plataforma educativa y permite el trabajo más autónomo de los alumnos a través de la plataforma... el uso de la plataforma permite un trabajo desde casa, se puede gestionar otro tipo de actividades que requieren otra autonomía y otras capacidades por parte de los alumnos, y eso ya fuera del aula".* (Anónimo-1, entrevista)

> *"La pizarra digital la uso en bachillerato porque digamos para exámenes de selectividad o cualquier cosa siempre digamos es fácil acceder a las páginas".* (Anónimo-9, entrevista)

> *"Ahora hay bastantes recursos…Y en todas las aulas tenemos cañón de vídeo conectados a los ordenadores… En la nube hay cantidad de recursos".* (Anónimo-5, entrevista)

Puede advertirse que los recursos TICs se utilizan en este curso con una orientación bastante expositiva. De este modo, adquieren especial relieve la plataforma educativa, para gestionar el trabajo de los alumnos en sus clases, y la pizarra digital o el videoproyector, como herramientas destinadas para facilitar las explicaciones del profesor. Sin embargo, se destaca con menor frecuencia el uso de un PC conectado a Internet, como instrumento de búsqueda de información con una orientación más próxima a los enfoques de indagación:

> *"En 1º y 2º de bachillerato, ellos utilizan el ordenador para buscar información, a veces de forma para iniciar el tema o para recopilarlo, temas relacionados con la física, páginas webs…, sí, sí, las usan".* (Anónimo-4, entrevista)

Por otro lado, aunque el uso de las TICs parece no sufrir en exceso las circunstancias de este curso singular, se pone claramente de manifiesto que una parte importante de los profesores consultados consideraban una escasa o nula presencia de recursos TICs en sus clases correspondientes. Los argumentos esgrimidos aludían fundamentalmente a razones relacionadas con la necesidad de impartir todo el

temario disponiendo de un tiempo limitado para ello, o el enfoque más académico que deciden impulsar para rentabilizar el tiempo disponible. Todo ello aun a costa, como después veremos, de incurrir en una enseñanza más tradicional y poco innovadora.

> *"En Bachillerato no* [uso las TICs] *por falta de tiempo".* (Anónimo-8, entrevista)

> *"Donde menos lo utilizo en 2º de bachillerato, por lo que ya te digo que es una enseñanza mucho más académica, puesto que tengo que dar un temario".* (Anónimo-11, entrevista)

También parece ser causa de impedimento a poder utilizar las TICs en 2º de bachillerato, el no contar con recursos suficientes en el aula, o tener que desplazar a su alumnado por el centro:

> *"Pocas veces…Movernos de aula para a lo mejor que los chicos cogieran los ordenadores, entonces claro, el movernos del aula, sacarlos, volver otra vez al aula al final se pierde tiempo en el camino".* (Anónimo-10, entrevista)

Por otro lado, en conjunto las respuestas verbales aportadas por el profesorado consultado denotan asimismo enfoques de enseñanza claramente identificables con una enseñanza tradicional o, si se prefiere de tipo magistral. De este modo, suele hablarse de clases teóricas, enseñanza por apuntes o enfoques centrados en entrenar a los alumnos para el examen, como algunos de los enfoques de enseñanza seguidos. Así, parece que en este curso las clases teóricas expositivas juegan un papel muy importante, bastante mayor al que ocupan en cursos anteriores:

> *"Sí, normalmente en Secundaria la metodología está mucho más basada en el trabajo del alumno y menos explicaciones por parte del profesor a medida que se va avanzando, el tiempo que se le dedica a las explicaciones teóricas aumenta las exposiciones orales (de los alumnos) por ejemplo es un tema que lo trabajamos más en Secundaria que en Bachillerato".* (Anónimo-3, entrevista)

> *…ya luego en bachillerato hay que atenerse más al programa, más clase, clase".* (Anónimo-2, entrevista)

Además, un indicio importante de la tendencia en este curso a una enseñanza más tradicional, y menos innovadora, es el enfoque de enseñanza centrado en la transmisión-recepción de conocimientos ya elaborados. En este sentido, una parte importante del profesorado se declaró abiertamente partidario de este enfoque en 2º de bachillerato. Se considera, de esta forma, que la enseñanza magistral es la manera más apropiada de enfocar el curso de 2º de bachillerato con vistas a conseguir los objetivos planteados:

> *"…en bachillerato es distinto, ya en bachillerato podríamos decir que aunque también hacemos nuestras prácticas, pero bueno podría ser más lo que es una clase o se podría parecer más a lo que es una clase magistral. Porque además también, como los tenemos que preparar en 2º de bachillerato para la Selectividad pues no me puedo permitir el lujo…"*. (Anónimo-11, entrevista)

> *"…más clase clásica, diremos, más magistral lo que es el bachillerato…la metodología es clase magistral, correr, correr, correr, correr, mandar muchos ejercicios, corregirlos porque ahí cuanto más corrijas mejor se enteran y eso, correr, correr, y más que nada tú actuando allí, los niños, se hacen muy poco participativas por parte de los niños"*. (Anónimo-12, entrevista)

Más concretamente, en algún caso, se propone el uso de apuntes como recurso transmisivo. Se cambia en este caso el uso del libro de texto -un recurso de por sí más propio de la enseñanza tradicional- por el uso de apuntes como mecanismo de transmisión:

> *"…en la Química, yo no lo sigo directamente (libro de texto) si no que yo doy apuntes"*. (Anónimo-12, entrevista)

Una práctica habitual en la enseñanza tradicional, por otra parte, es el planteamiento de secuencias de aprendizaje centradas en la adquisición de destrezas y su posterior aplicación a través de prácticas de entrenamiento, normalmente dirigidas a cumplir con las expectativas del examen. Este tipo de planteamientos parece algo muy frecuente en la enseñanza de la química en 2º de bachillerato:

"…La presión continua de la nota y del tipo de prueba que tiene que hacer está haciendo que el tiempo, parte del tiempo lo empleen justamente en una especie de entrenamiento para que la prueba acabe con éxito". (Anónimo-1, entrevista)

"La metodología general es repasar un poco, explicar lo nuevo que toque ese día y luego pues hacer ejercicios en clase y luego dejar un ratito para que ellos también practiquen". (Anónimo-9, entrevista)

No obstante, en ocasiones, aunque el profesorado se mantenía partidario de este enfoque transmisivo, se cuestionaba sobre si, en efecto, esta forma de proceder es la más apropiada para un verdadero aprendizaje de la química, más allá de lo que es un planteamiento centrado meramente en entrenar al alumnado para una prueba externa como es la Selectividad:

"En el bachillerato digamos que eso se deja un poco aparcado, ¿no?, a ver, no muy convencida de que tenga que ser así pero sí que es cierto que en bachillerato vamos más al contenido, a la práctica de hacer problemas, ejercicios, bueno, quizás todo enfocado un poco a lo que a los alumnos le pueden pedir, no estoy muy convencida de tener que hacerlo así, pero la verdad es que luego pues, es lo que ellos van a necesitar …en la metodología está muy condicionada la presión de la programación". (Anónimo-13, entrevista)

Como vemos, aunque se suscita dudas sobre si un enfoque transmisivo sería la manera mejor de actuación, se aprecia al mismo tiempo cierto temor a un cambio en la metodología, esto es, a la renuncia al conjunto de rutinas que ya domina en sus clases.

En suma, se reconoce de forma implícita que la enseñanza tradicional resulta una forma de adaptación del profesorado a la presión que supone la prueba de Selectividad. Si bien la enseñanza transmisiva es mayoritaria en la enseñanza de las ciencias, la prueba de Selectividad supone un refuerzo de este tipo de planteamientos y, por tanto, un obstáculo ante cualquier intento de renovación de la enseñanza.

No obstante, también nos encontramos con cierto sector del profesorado, que aun siendo consciente de las constricciones que introduce las pruebas de Selectividad,

pone empeño en escapar de la enseñanza tradicional mediante intentos de aproximarse a los planteamientos didácticos de cursos anteriores o a través de ciertos recursos innovadores. Por ejemplo, en algunos casos, aun con todas las limitaciones de este curso, el profesorado dice intentar fomentar una enseñanza más activa y participativa que favorezca la interacción profesor- alumno y entronque con las ideas iniciales de los alumnos:

> *"Aunque hay que dar un temario y hay que explicar las cosas pero siempre y cuando sea posible hacerle al alumno expresar qué piensa de ese hecho….Claro, no es tan ya la actividad guiada porque no tenemos tiempo para hacerla tan detenidamente, pero siempre meter esa parte del trato con los chavales en el sentido de si no saben esto cómo sigo"*. (Anónimo-4, entrevista)

> *"Ya en bachillerato aunque sigo con un uso participativo, un planteamiento participativo y activo en las clases, sí tengo en cuenta el fin a dónde van, ellos ya plantean o un acceso a la universidad o un ciclo formativo de grado superior, pero bueno. La verdad que mi actitud intenta no ser tanto de contenidos sino más de adaptar o entender conceptos"*. (Anónimo-5, entrevista)

En otros casos se planteaba el uso de recursos motivadores que aportan además un sentido diferente a las explicaciones del profesor. Es el caso, por ejemplo, del uso de juguetes mediante los cuales pueden ilustrarse y visualizarse de forma más atractiva las ideas que maneja el profesor en sus explicaciones:

> *"Yo utilizo mucho los juguetes, y cosas elementales: bolas, muelles, cualquier juguete de los que usábamos en los museos que hemos fabricado con los chavales; siempre, un pequeño efecto que les pongan en situación, que le llamen la atención, que los ponga con la curiosidad ya prevista, de qué estás haciendo, esto cómo es, esto cómo funciona y a partir de ahí, no siempre, porque no siempre se tiene el instrumento a mano, pero siempre que se puede sí ……Si yo tengo que explicar los orbitales híbridos por poner un caso pues no solamente los dibujo, si no que lleno globos y veo que 4 globos pues se colocan mas queramos o no queramos de forma tetraédrica, y si es triangular, pues triangular, es decir, si tengo que hacerlo lo hago y en eso me lleva días pero yo creo que es bueno que*

aprendan esto, y que vean que eso es una realidad física". (Anónimo-4, entrevista)

En una línea semejante otros profesores defendían el uso de recursos retóricos provenientes de la literatura clásica, que en ocasiones han sido retomados en la didáctica de las ciencias como centros de interés mediante los que enseñar física y química de una forma más atractiva y motivadora (Franco, 2007):

"…me gusta mucho utilizar el aprender la Física y Química con ideas quijotescas, leemos algo del Quijote y utilizamos eso para aprender alguna cosa sobre todo en los niveles inferiores". (Anónimo-2, entrevista)

5.3.2.4.- Organización del trabajo en el aula

En este grupo se consideraron los dos ítems 16 y 17, que son los que evaluaban modos de organización del aula, desde el punto de vista de favorecer un aprendizaje activo en equipo, frente a la tendencia a hacer que los alumnos trabajen de forma individual (tabla 5.12).

Tabla 5.12.- Organización del trabajo en el aula.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**	
	Recuento	**%**	**Recuento**	**%**	**Recuento**	**%**
16.- El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros.	65	67,0%	25	25,8%	**7**	**7,2%**
17.- El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores.	**8**	**8,2%**	21	21,6%	68	70,1%

Los resultados de estos ítems sugieren que la enseñanza en 2º de bachillerato contribuye a inhibir el trabajo en equipo, fomentando por contrapartida el trabajo individual en solitario. Así lo pone de manifiesto el ítem 16, donde un 67% del profesorado se muestra en contra de que el alumnado dedique más tiempo en ese curso al trabajo en equipo con otros compañeros, frente al 7,2% que se mantiene a favor. Y así lo reivindica también el ítem 17, donde un 70,1% considera que sus

alumnos dirigen más su esfuerzo a un trabajo personal en solitario, frente al 8,2% del profesorado que opina lo contrario.

La falta de tiempo y el número de alumnos parecen que vuelven a ser las razones por las que el profesorado de Química de 2º de bachillerato se siente condicionado a no utilizar el trabajo en equipo en el aula. Aunque buena parte de los docentes consultados reconoce recurrir a actividades de trabajo en equipo en Secundaria obligatoria, recela de su uso en bachillerato debido a lo ajustado del tiempo para impartir el programa:

> *"De nuevo me encuentro con diferencia en Secundaria...habitualmente en Secundaria Obligatoria… trabajan habitualmente los alumnos en grupo y en bachillerato solo de forma ocasional realizan los trabajos en grupo… La razón, de nuevo son numerosos y la falta de tiempo es una razón también fundamental".* (Anónimo-1, entrevista)

> *"…bueno, sí, sí soy partidario, y lo utilizo, lo utilizo sobre todo con los niños pequeños y con 1º, en 1º de bachillerato"… en 2º de bachillerato no por la misma razón que te digo porque ahí prácticamente no puedo perder mucho tiempo …".* (Anónimo-11, entrevista)

En el mejor de los casos, se recurre a esta forma de trabajo en bachillerato pero solo en asignaturas de poca repercusión con vistas a la Selectividad:

> *"Yo normalmente eso lo hago como he dicho, fundamentalmente en CMC, en CMC sí han trabajado en grupos, en pequeños grupos, y en los niños pequeños…Y entonces pues intento coger los grupos y además que sean grupos lo más heterogéneos posible, dentro del grupo, pero tampoco que sean muy numerosos sino que tengan un tamaño ni muy pequeños, de 3 o 4 alumnos, más no, y entonces, bueno, sí, sí soy partidario, y lo utilizo, lo utilizo sobre todo con los niños pequeños y con 1º, en 1º de bachillerato".* (Anónimo-11, entrevista)

> *"Suelo trabajar más en grupo en las asignaturas que son optativas que tenemos específicas de laboratorio, ahí se trabaja todo en grupo…Y luego en las demás clases pues algunos trabajos son más individuales por parte del alumnado…".* (Anónimo-7, entrevista)

"…en grupos no suelo trabajar, tan solo en la asignatura optativa que tenemos montada en nuestro instituto en 2º de bachillerato, que ahí sí, ahí como no estamos condicionados por la programación, ahí sí que fundamentalmente se hacen trabajos en grupo". (Anónimo-13, entrevista)

De nuevo, como vemos, la Selectividad se convierte en un factor limitante que condiciona el modo de trabajar de los profesores en su aula. La falta de tiempo para completar un programa del que serán examinados los alumnos en esas pruebas, se convierte en el argumento en contra para emplear esta estrategia también en la asignatura de Química de 2º de bachillerato.

5.3.2.5.- Evaluación

Finalmente, mostraremos los resultados del ítem 21 destinado a estimar el alcance de otras formas alternativas de evaluación distinta a los exámenes durante 2º de bachillerato. Puede verse que solo el 23,7% del profesorado rechaza la idea de considerar una menor presencia de esas otras formas de evaluar respecto a cursos anteriores, frente al 63,9% que se alinea con dicha percepción. Por tanto, la percepción mayoritaria es que en 2º de bachillerato el peso del examen es mayor que en cursos precedentes.

Tabla 5.13.- Formas alternativas de evaluar.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**	
	Recuento	**%**	**Recuento**	**%**	**Recuento**	**%**
21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes.	**23**	**23,7%**	12	12,4%	62	63,9%

La mayoría de argumentos expresados por los profesores encuestados indican claramente que la insistencia en el examen no es más que una forma de preparar o entrenar al alumnado para la prueba de Selectividad:

"…yo he intentando ajustarme más a cosas a que suelen preguntar en Selectividad, por lo cual siempre he tenido claro que no que podía ir perfectamente por libre…". (Anónimo-6, entrevista)

"Sí, la Selectividad condiciona está claro, sobre todo durante las evaluaciones, bueno, todo está enfocado a selectividad, porque tú lo das, como te piden que lo des, todo, ¿no?….". (Anónimo-12, entrevista)

Más aún, parece que para examinar a los alumnos se utiliza como modelo las preguntas que se formulan en las pruebas de Selectividad:

"Evalúo igual que en Selectividad, pongo un examen como el de Selectividad, lo cual hay partes que me dejo y cojo exámenes de Selectividad". (Anónimo-8, entrevista)

"se hace hincapié a la hora de hacer ejercicios y prácticas y cuestiones de Selectividad pues entonces se incluyen siempre, no se pone exactamente un examen de Selectividad pero sí se incluyen del estilo, o en ese aspecto, pero a la hora de evaluar al alumno y calificarlo no, no". (Anónimo-13, entrevista)

Incluso, parece que algunos profesores emplean como criterio de calificación los mecanismos de puntuación empleados en las pruebas de acceso, empleando la misma estructura de examen e incluso el mismo plazo para realizarlo:

"…yo me suelo guiar bastante por el tipo de razonamiento que exigen en Selectividad y a la hora de puntuar para enseñarles un poco…si os van a quitar punto por tal, yo también lo voy a hacer… o si se hace un ejercicio…la estructura no, eso ya lo hacemos ese entrenamiento lo hago a final de curso". (Anónimo-3, entrevista)

"…yo los exámenes los preparo con vista a Selectividad, de hecho los preparo con ejercicios de Selectividad e intento corregir de la misma forma que corrigen en Selectividad, poner varios ejercicios teóricamente con un punto y medio cada uno y problemas con 2 puntos cada uno. Entonces siempre intento seguir la misma, el mismo modelo que incluso se usa en Selectividad". (Anónimo-9, entrevista)

"… incluso yo los exámenes los hago como los de Selectividad, hora y media como en Selectividad, todo exactamente igual para que ellos se vayan acostumbrando, puntúo igual, lo mismo….". (Anónimo-12, entrevista)

Ahora bien, aunque la influencia de la Selectividad está presente en la totalidad de encuestados, no siempre se manifiesta de un modo tan determinante sino en función de posiciones intermedias menos drásticas:

> *"Los exámenes no los planteo como si fueran exámenes de Selectividad, es verdad que a veces sí, pero mi objetivo no es que aprueben Selectividad, mi objetivo es que aprendan la física la máxima posible y de camino que aprenden física aprueben la Selectividad"*. (Anónimo-5, entrevista)

> *"…La estructura* [de los exámenes de Selectividad] *no la sigo a lo largo de todo el año. Lo que sí sigo es la estructura de cada ejercicio, a lo mejor que ponen dos… casi siempre tiene dos partes, cojo muchos ejercicios de Selectividad para los exámenes, pero la estructura durante el curso no la sigo porque a veces dices voy a hacer un examen de enlace y poner 6 preguntas exactamente no tiene sentido a lo mejor o a mí no me lo parece".* (Anónimo-3, entrevista)

> *"Los exámenes no los planteo como si fueran exámenes de Selectividad, es verdad que a veces sí, pero mi objetivo no es que aprueben Selectividad, mi objetivo es que aprendan… y de camino que… aprueben la Selectividad".* (Anónimo-4, entrevista)

> *"…te están condicionando también en parte en la forma de evaluación… De verdad, que no es lo único lo que se hace, pero hay que casi luchar para que lo que haga no sea lo único que se exige en la prueba de acceso, porque realmente es lo que se espera desde fuera…".* (Anónimo-1, entrevista)

> *"…si yo a lo mejor resulta que no existiera la prueba esa y que no tuviera tanto peso, en eso sí, el examen, lo que es un examen podría uno tener en cuenta más otros aspectos del trabajo de los alumnos y no que ahora quizás el peso es excesivo de lo que son las pruebas escritas…".* (Anónimo-7, entrevista)

Por otra parte, las respuestas abiertas del profesorado nos informan también acerca de qué otros instrumentos emplean aquellos profesores que sí manifiestan recurrir a otros instrumentos para evaluar. Entre ellas se mencionan la asistencia a clase, la actitud y participación en el aula o las memorias de prácticas de laboratorio realizadas:

"…yo por ejemplo cuando evalúo considero pues valorar los trabajos prácticos, las memorias de las prácticas". (Anónimo-3, entrevista)

"…yo les mido a ellos otras cosas: su asistencia, su participación, su capacidad de trabajo…". (Anónimo-4, entrevista)

Una atención expresa lo merece la gran presión que el profesorado siente por los alumnos y las familias desde el punto de vistas de las calificaciones que esperan obtener:

"Te sientes presionado por la calificación más que nada, además ellos presionan muchísimo: 'me da un 9 ¿me puedes poner un 10? Me da un….' La verdad es que la Química de 2º de bachillerato hay mucha presión y bueno la Física igual, la verdad que sí". (Anónimo-13, entrevista)

"Más bien afectan a los alumnos que piensan que deben superar una prueba y alcanzar una nota de acuerdo con la carrera que quieren elegir". (Anónimo-15, Cuestionario 1)

"*Su única preocupación es la calificación final, ya que su futuro profesional depende de ella. Piensan que aprenderán cuando inicien sus estudios universitarios*". (Anónimo-2, entrevista)

5.3.3.- Percepciones sobre la influencia en cursos anteriores

Finalmente, realizaremos un análisis cualitativo sobre la influencia que tiene la Selectividad en cursos anteriores a 2º de bachillerato.

Una parte de los profesores encuestados centran en 2º de bachillerato la mayor parte del peso e influencia de la Selectividad:

"*La preparación del examen de selectividad pivota sobre el aprendizaje de los alumnos en 2º de bachillerato. Se les prepara más para superar ese examen que para que comprendan y hagan suyos los aprendizajes que se imparten. Esa presión no se da en los cursos anteriores y por tanto en esos cursos es más fácil cambios metodológicos que nos acerquen más a la manera de trabajar en las ciencias".* (Anónimo-6, entrevista)

"No suelen afectar a los cursos inferiores". (Anónimo-18, Cuestionario 1)

No obstante, la mayoría de los encuestados trasladan también esta influencia al primer curso de bachillerato:

"Las pruebas de Selectividad no afectan a la enseñanza de las ciencias naturales durante la etapa de la ESO, por los menos en aquellos centros en los que no se imparte bachillerato… En el caso de 1º de bachillerato se ven afectados por el hecho de que es necesario trabajar todos los contenidos propuestos ya que serán fundamentales, para que dé tiempo a trabajar los contenidos exigidos en Química de 2º de bachillerato". (Anónimo-14, Cuestionario 1)

"Sobre todo en los cursos 1º y 2º de bachillerato es cuando se exige más fuertemente a los alumnos porque se sabe que luego accederán a estudios universitarios… En la ESO se les proporcionan conocimientos básicos, fundamentales, sin llegar a la exigencia del Bachillerato". (Anónimo-15, Cuestionario 1)

"En Secundaria, la Física y la Química se exponen bajo un aspecto puramente divulgativo y son casi ajenas a las pruebas de Selectividad. En primero de bachillerato hay un gran cambio debido a que pasamos de la divulgación científica a unos estudios más estructurados pero no me he visto (o al menos eso creo yo) condicionados por las PAU". (Anónimo-17, Cuestionario 1)

"Pueden afectar algo en 1º de bachillerato pero no en secundaria". (Anónimo-20, Cuestionario 1)

"En los primeros cursos no afectan mucho. Pero, sobre todo en 1º de bachillerato, se imparte la materia teniendo en cuenta lo que se pide o no se pide en Selectividad, teniendo en cuenta tanto el temario como el tipo de preguntas, etc". (Anónimo-21, Cuestionario 1)

"En ESO, creo que no afectan, pero en 1º de bachillerato sí, ya que los alumnos tiene que aprender conceptos básicos para su continuación en 2º de bachillerato". (Anónimo-22, Cuestionario 1)

> *"Afectan a la programación de 1º de bachillerato en mayor medida. Es muy frecuente que se haga una programación a dos cursos vista, priorizando algunos temas en 1º en detrimento de otros. Por ejemplo, sacrificar algo del tema de enlace químico para focalizarse en la estequiometría".* (Anónimo-16, Cuestionario 1)

Además de ello, algunos profesores, de forma expresa en unos casos y de forma implícita en otros, manifiestan también un efecto de contagio a cursos anteriores, especialmente a 4º de ESO, incluso algún profesor apunta también que a 3º:

> *"Ligeramente* [también afecta] *a Física y Química de 4º ESO donde se pretende que empiecen a incluir razonamientos escritos en la resolución de problemas. En 1º Bachillerato (Física y Química), se empieza a trabajar exámenes antiguos de PAU y se empieza a evaluar como en PAU. Se realizan las prácticas sobre las que se puede evaluar en PAU".* (Anónimo-23, Cuestionario 1)

En algunos casos, incluso, se plantean razones sobre este fenómeno de contagio hasta cursos anteriores de la ESO:

> *"Pues… intentas que… no haya grandes escalones al pasar de un nivel a otro, para que así, el último año, puedas ir menos estresado. Ello hace que esto te obligue a prescindir de la realización de actividades (normalmente prácticas) que consideras que podrían ser interesantes".* (Anónimo-19, Cuestionario 1)

En suma, el profesorado aprecia que las PAU influyen notablemente en la enseñanza a lo largo de todo el bachillerato, aunque para algunos profesores se deja sentir también en cursos anteriores de la ESO.

5.4.- Análisis resultados del cuestionario administrado al alumnado

5.4.1.- Resultados globales

Como ya hemos señalado en otro lugar, una adaptación del cuestionario 2 fue administrada a una muestra de 223 alumnos de 2º de bachillerato, 147 de los cuales cumplimentaron "online" el cuestionario, procediendo de forma dispersa de 21 institutos de Andalucía (grupo 1), mientras que los 76 restantes lo cumplimentaron en papel, de manera presencial, procedentes de grupos completos de clase de seis institutos de la provincia de Cádiz (grupo 2).

El estudio global realizado, tomando como referente las dos mismas dimensiones empleadas en la muestra de profesores, evidenciaron la fiabilidad de las respectivas escalas construidas. De este modo, el coeficiente Alfa de Cronbach arrojó un valor de 0,74 para la dimensión "Motivación-estilo de aprendizaje del alumno", valor que es bastante alto, muy cercano al obtenido con docentes, y de 0,70 para la dimensión "Currículo y prácticas de aula", que es sensiblemente más bajo que el obtenido entonces, pero aceptable todavía dentro de los estándares habituales.

La tabla 5.14 presenta por separado los resultados obtenidos para ambas escalas en las dos submuestras de alumnos.

Tabla 5.14.- Valores de las escalas del cuestionario para las dos submuestras de alumnos.

	Motivación-estilo de aprendizaje del alumno (Dimensión 1)		**Currículo y prácticas de aula (Dimensión 2)**	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Grupo 1 (n_1=147)	3,46	0,76	2,55	0,53
Grupo 2 (n_2=76)	3,56	0,57	2,52	0,48
Global (N=223)	3,49	0,70	2,54	0,53

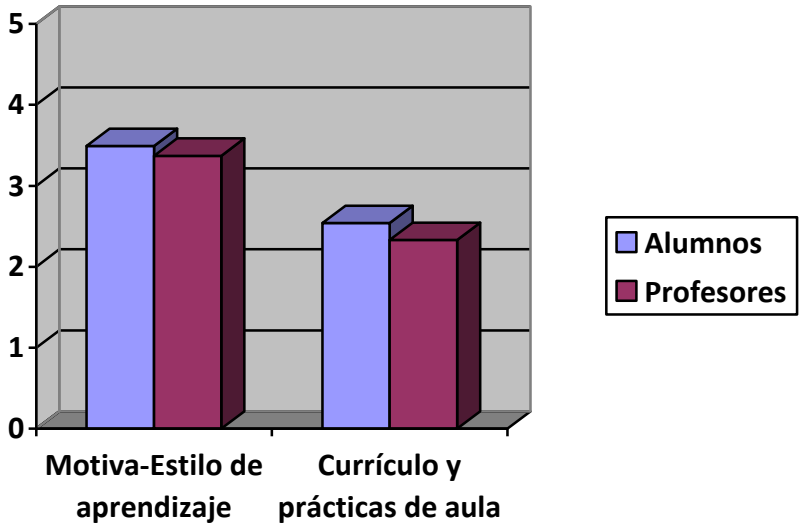
Se trataba de comprobar si ambas provienen de una misma población y si, en consecuencia, podrían aglutinarse en una muestra única. Puede verse que los resultados son muy parecidos, sin que las escasas diferencias detectadas superen los umbrales de significación estadística ($F_{1,221}$= 1,146, p > 0,2 para la dimensión 1;

$F_{1,221}$=0,182, p > 0,6 para la dimensión 2). Por tanto, en adelante, abordaremos la muestra de alumnos participantes como un todo.

Puede verse, por otra parte, que al igual que en la muestra de profesores, los valores de la dimensión 1 están por encima de la mitad de la escala (valor 3,00), mientras que en la dimensión 2 están por debajo. La prueba de la t de Student para una muestra reveló en ambos casos diferencias estadísticamente significativas respecto a dicho valor central: t= 10,454 (g.l.= 222), p < 0,001 para la dimensión 1; t= -12,904 (g.l.= 222), p < 0,001 para la dimensión 2. Por tanto, parece que en opinión también del alumnado la motivación y el estilo de aprendizaje de los estudiantes se ve favorecida por la Selectividad, mientras que las prácticas de enseñanza se ven perjudicadas.

La figura 5.3 muestra de manera comparativa los resultados de ambas escalas para alumnos y profesores.

Figura 5.3.- Comparación de resultados del cuestionario en alumnos y profesores.



Puede apreciarse que los resultados son muy similares en profesores y alumnos, si bien parece que los alumnos son algo más optimistas en sus apreciaciones. En el caso de la dimensión Motivación-estilo de aprendizaje las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{1,318}$= 2,045, p > 0,1), pero sí lo son en el caso de la dimensión Currículo y prácticas de aula ($F_{1,318}$= 9,844, p < 0,01). Por tanto, aunque tanto profesores como alumnos consideran que la Selectividad afecta positivamente a la motivación hacia el estudio y el estilo de aprendizaje de los estudiantes, y

negativamente a las prácticas de enseñanza, en este último caso el efecto es considerado algo menos drástico en opinión de los alumnos que de los profesores.

Al objeto de profundizar en las semejanzas y diferencias de las opiniones de alumnos y profesores, realizamos a continuación un estudio comparativo pormenorizado de cada uno de los ítems del cuestionario 2. Para sistematizar la presentación de tales resultados ofreceremos un análisis por separado de los ítems en función de las dos grandes dimensiones delimitadas y de los distintos agrupamientos de ítems contemplados.

5.4.2.- Dimensión 1: Motivación y estilo de aprendizaje

5.4.2.1.- Interés por el estudio

La tabla 5.15 presenta la comparación de resultados de alumnos y profesores en cuanto al interés del alumnado por el estudio en este curso.

Tabla 5.15.- Interés por el estudio según profesores y estudiantes.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual.	40,7%	44,3%	31,9%	20,6%	27,4%	35,1%	NS
12.- El alumnado se interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores.	65,9%	53,6%	19,0%	30,9%	15,0%	15,5%	NS
13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio.	18,1%	8,2%	18,6%	10,3%	63,3%	81,4%	**
NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001							

Puede apreciarse que las opiniones del alumnado son similares a las de los profesores tanto en lo que se refiere al nivel de participación en clase como en el interés del alumnado por las clases de ciencias. Sin embargo, la prueba de la W de Wilcoxon puso de manifiesto que la muestra de profesores es algo más optimista que la de alumnos a

la hora de valorar el esfuerzo y la motivación de estos por el estudio en 2º de bachillerato respecto a cursos precedentes (Z= -3,227, p < 0,01).

5.4.2.2.- Aprendizaje significativo vs. aprendizaje memorístico

La tabla 5.16 presenta la comparación de resultados de alumnos y profesores en cuanto al estilo de aprendizaje del alumno, en el sentido de orientarse hacia un aprendizaje significativo frente a otro memorístico.

Tabla 5.16.- Estilo de aprendizaje.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
14.- El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores.	11,1%	29,9%	12,8%	25,8%	76,1%	44,3%	***
15.- El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica.	25,7%	36,1%	26,1%	24,7%	48,2%	39,2%	NS
18.- El alumnado se preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados.	39,4%	35,1%	26,1%	26,8%	34,5%	38,1%	NS
20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos.	51,3%	57,7%	19,5%	29,9%	29,2%	12,4%	*
NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001							

Puede verse la presencia de diferencias estadísticamente significativas en dos de los cuatro ítems considerados. Así, mientras que los ítems 15 y 18 no arrojan diferencias importantes, sí parecen hacerlo los ítems 14 y 20.

En efecto, de un lado, parece que el alumnado es bastante más optimista que el profesorado a la hora de considerar la orientación en 2º de bachillerato hacia un

aprendizaje comprensivo y razonado que en cursos anteriores, dado que la prueba de Wilcoxon arrojaba diferencias estadísticamente significativas (Z= -5,596, p < 0,001). De otro, y aun con diferencias más sutiles, aparece en el profesorado un posicionamiento algo menos pesimista que en el alumnado a la hora de estimar el peso del aprendizaje memorístico frente a otros cursos (Z= -1,998, p < 0,05).

5.4.3.- Dimensión 2: Currículo y prácticas de aula

5.4.3.1.- Densidad de contenidos y ritmo de clase

El ítem 2, como podemos recordar, iba dirigido a valorar las opiniones con respecto a la intensificación o no de los ritmos de trabajo en 2º de bachillerato. En la tabla 5.17 puede apreciarse que las opiniones del alumnado coinciden prácticamente con las del profesorado, al rechazar frontalmente la afirmación de que el ritmo de trabajos es más lento en 2º de bachillerato que en otros cursos. Por tanto, la sensación tanto de alumnos como de profesores es que en este curso la densidad de contenidos es más alta y que, en consecuencia, la sobrecarga de contenidos del programa es también mayor.

Tabla 5.17.- Ritmos de clases.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual.	79,2%	77,3%	9,3%	12,4%	11,5%	10,3%	NS
NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001							

5.4.3.2.- Inclusión de contenidos novedosos y con orientación CTS

Otro aspecto a considerar en relación a los contenidos es la inclusión de temáticas vinculadas a perspectivas CTS del currículo. La tabla 5.18 permite comparar las percepciones al respecto de alumnos y profesores. Los datos indican tendencias similares en las opiniones del alumnado y del profesorado, si bien las de aquellos revelan sensibilidades algo menos pesimistas. Así, dentro del rechazo compartido a que en 2º de bachillerato se dedique más tiempo en clase a relacionar contenidos con la vida cotidiana o con la historia de la ciencia, el rechazo es significativamente más

bajo en la muestra de alumnos (Z= -3,293, p < 0,01 en el ítem 10; Z= -4,635, p < 0,001 en el ítem 11).

Tabla 5.18.- Contenidos novedosos y con orientación CTS.

	Todo lo contrario		**Indeciso**		**Favorable**		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad.	22,6%	27,8%	21,2%	14,4%	56,2%	57,7%	NS
10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores.	35,4%	54,6%	35,8%	28,9%	28,8%	16,5%	**
11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato.	42,9%	72,2%	30,1%	15,5%	27,0%	12,4%	***
NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001							

5.4.3.3.- Metodología y recursos

En este apartado incluimos aquellos ítems que se referían a recursos y aspectos metodológicos de la enseñanza. Al igual que en casos anteriores, en los cuatro ítems contemplados ahora las opiniones de alumnos y profesores marcan tendencias muy parecidas, si bien en dos de los ítems (ítem 4 e ítem 6) se manifestaron diferencias de matices que alcanzaron los límites de significación estadística (tabla 5.19). Concretamente, del mismo modo que los profesores rechazaban la afirmación que sostenía una mayor presencia de prácticas de laboratorio en 2º de bachillerato, también los alumnos hacían lo propio aunque con de un modo menos contundente. De este modo, la proporción de estudiantes que se manifestaban contrariamente a dicha afirmación fue algo más bajo (Z= -4,020, p < 0,001). Por otro lado, aunque el alumnado coincidía también con los profesores en rechazar la idea de que en 2º de bachillerato se recurra a metodologías más novedosas y motivadoras, mantenían un posición menos crítica en este sentido (Z= -3,009, p < 0,01).

Tabla 5.19.- Metodología y recursos.

	Todo lo contrario		Indeciso		Favorable		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad.	64,6%	86,6%	21,2%	9,3%	14,2%	4,1%	***
5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audiovisuales (vídeos)	29,2%	33,0%	20,4%	21,6%	50,4%	45,4%	NS
6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras.	42,5%	61,9%	29,2%	19,6%	28,3%	18,6%	**
8.- Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc.	20,4%	21,6%	19,5%	24,7%	60,2%	53,6%	NS

NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

5.4.3.4.- Organización del trabajo en el aula

En esta ocasión se agruparon los ítems 16 y 17 que hacían referencia a formas de gestionar el trabajo de los alumnos, desde el punto de vista de favorecerse el trabajo en equipo o el trabajo individual.

De nuevo en este caso la tendencia de las opiniones del alumnado fue muy similar a la de los profesores, aunque con una visión menos pesimista en el ítem 16 (tabla 5.20). De este modo, el alumnado rechazó en cierta menor proporción la idea de que se favorezca el trabajo en equipo en 2º de bachillerato respecto a cursos anteriores ($Z=-2,719$, $p < 0,01$).

Tabla 5.20.- Gestión del trabajo de los alumnos.

	Todo lo contrario		Indeciso		Favorable		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
16.- El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros.	53,1%	67,0%	27,4%	25,8%	19,5%	7,2%	**
17.- El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores.	4,4%	8,2%	16,8%	21,6%	78,8%	70,1%	NS
NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001							

5.4.3.5.- Evaluación

Finalmente, dedicamos este apartado a la evaluación a la que se reserva el ítem 21. En él, se aprecian resultados muy similares en profesores y alumnos, con una clara tendencia en ambos caso a reafirmarse en la idea de que en 2º de bachillerato se recurre menos que en otros cursos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes. Las pequeñas diferencias que aparecen entre ambas muestras no alcanzan los límites de significación estadística. (Tabla 5.21)

Tabla 5.21.- Evaluación.

	Todo lo contrario		Indeciso		Favorable		
	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado	Profesorado	
21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes.	23,0%	23,7%	23,9%	12,4%	53,1%	63,9%	NS
NS Diferencias no significativas * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001							

5.5.- Síntesis de resultados y discusión

En este apartado final del capítulo realizaremos una síntesis de los resultados obtenidos, partiendo de las distintas cuestiones que orientaban esta parte de la investigación y que formulamos al principio. Para abordar estas preguntas se ha consultado a muestras de profesores de ciencias de secundaria que imparten o han impartido el 2º curso de bachillerato en algunas de las asignaturas de ciencias, así como a una muestra de alumnos que cursaban la asignatura de Química de 2º de bachillerato. Sus opiniones han servido como indicadores para dar respuesta a los interrogantes planteados.

Estas consultas se han realizado mediante entrevistas semiestructuradas, cuestionarios cerrados tipo Likert y cuestionarios escritos de respuesta abierta. Si bien los resultados que aportamos en el estudio se refieren no solo a las percepciones de profesores específicamente de la asignatura de Química, sino también de Física, Biología y Ciencias de la Tierra, los resultados que aporta el cuestionario Likert nos indican que las percepciones del profesorado son muy similares para todos los casos, por lo que las conclusiones que obtenemos a partir de las muestras consultadas pueden particularizarse para la asignatura de Química que es el foco de atención de esta tesis.

Por otro lado, además, hemos realizado una consulta a una muestra específica de alumnos que cursaban la asignatura de Química de 2º de bachillerato, cuyas opiniones han servido como medio de triangulación de las opiniones del profesorado.

5.5.1.- Sobre el efecto de las pruebas en el tipo de aprendizaje y en el interés promovido por las ciencias en el alumnado

En este caso se trata de dar respuesta a la cuestión 2.1 que, según recordemos, se formuló en los siguientes términos: “¿En qué medida y de qué forma las PAU condicionan el tipo de aprendizaje que se fomenta en el alumnado, así como la motivación e interés por el estudio de las ciencias que se genera?”.

Los resultados obtenidos al respecto a través de las opiniones vertidas en el cuestionario Likert, tanto por profesores como por alumnos, sugieren en primera instancia un efecto positivo de la PAU en esta dimensión en su conjunto. No obstante,

cuando se analizan por separado los resultados del cuestionario cerrado en torno al interés y la motivación, por un lado, y el estilo de aprendizaje, por otro, y se contrastan con los que aporta el cuestionario abierto y las entrevistas, se revela una realidad más compleja que conviene analizar a fondo.

5.5.1.1.- Sobre el efecto de las PAU en la motivación y en el interés por el estudio de las ciencias

En relación a esta subdimensión hay cierta coincidencia en considerar que los alumnos de 2º de bachillerato se sienten más motivados a esforzarse y estudiar, dado el estímulo que supone el reto de una prueba, como la Selectividad, dada la preocupación y esfuerzo que conlleva. A pesar de este cierto consenso, hay que decir que el profesorado es más optimista al respecto que el alumnado, quien percibe este efecto de un modo más moderado y matizado.

Por otro lado, cuando se profundiza en las respuestas de los profesores en los instrumentos de respuesta abierta, se revela una realidad más compleja de la que aparenta. En efecto, aunque se reconoce un aumento de la motivación del alumnado por el estudio, otra cosa es que ello pueda atribuirse a un mayor interés en sí por las ciencias, o en este caso la química, algo que parece más discutible. En efecto, las respuestas de los profesores sugieren más bien que el tipo de motivación que se desarrolla es extrínseca, no tanto orientada a fomentar actitudes positivas hacia las ciencias y su aprendizaje como a alcanzar logros de desempeño suficientes para superar las pruebas y obtener los mejores resultados posibles. No parece en cambio que este curso sea propicio para que ni profesores ni alumnos focalicen su atención al desarrollo de capacidades de razonamiento crítico y creativo o de actitudes y valores propias del trabajo científico, lo que de nuevo nos lleva a valorar un efecto globalmente negativo de las pruebas sobre la formación integral del alumno en el ámbito de las ciencias, en general, y de la química, en particular.

5.5.1.2.- Sobre el efecto de las PAU en el estilo de aprendizaje del alumnado

En relación al estilo de aprendizaje, el profesorado reconoce un cierto equilibrio en cuanto al efecto de este curso a la hora de favorecer un aprendizaje significativo frente a otro memorístico. De hecho, el profesorado consultado apunta cuatro tendencias en

el alumnado, según el tipo de aprendizaje más frecuente que se presenta: a) un aprendizaje razonado y comprensivo; b) un aprendizaje mecánico y memorístico; c) comportamientos ambivalentes, y d) aprendizajes centrado exclusivamente en aprobar exámenes. Este equilibrio parece el producto de una cierta tensión entre el grado de profundidad que los contenidos de ciencias tienen en este curso, preámbulo como es de los estudios universitarios, y la preocupación surgida por superar las PAU y obtener en ella la calificación más alta posible. Se considera que la presencia de la PAU, de un lado, actúa como incentivo para favorecer un aprendizaje comprensivo; pero, de otro, se reconoce a la vez que, al convertirse ésta en un objetivo en sí mismo, el tipo de aprendizaje que finalmente se fomenta es de tipo mecánico y memorístico.

Este efecto pernicioso no solo afecta a la actitud del alumnado, sino también a la del profesorado, al volcar éste, finalmente, todo su esfuerzo a "enseñar a los alumnos a responder bien las preguntas de Selectividad", lo que no necesariamente es sinónimo de un buen aprendizaje. Quizás ello explique, al menos en parte, la pobre comprensión encontrada en alumnos de química de 2º de bachillerato (Castillejo, Prieto y Blanco, 2005).

En relación a todo ello, hay que decir que el alumnado mantiene una posición algo más optimista que el profesorado en cuanto a posicionamiento ante su aprendizaje, aunque algo más pesimista en cuanto al tipo de aprendizaje que tiende a valorarse en mayor medida. En ese sentido, aunque tanto profesores como alumnos rechazan mayoritariamente la idea de que en 2º de bachillerato se valore más la memorización que en otros cursos, el alumnado rechaza esta idea con algo de menos convicción.

5.5.2.- Sobre el efecto de las PAU en el currículo y la práctica docente

Se trata en este caso de responder a la cuestión 2.2, que se formuló en los siguientes términos: "¿Hasta qué punto y de qué manera las PAU condicionan las prácticas de enseñanza, desde el punto de vista de las decisiones adoptadas por el profesorado?".

Los datos recopilados indican al respecto que tanto profesores como alumnos perciben un claro deterioro de las prácticas de enseñanza en 2º de bachillerato. No obstante, hay que matizar que dicho deterioro es percibido de una forma más drástica por el profesorado, mientras que el alumnado adopta una posición algo menos pesimista.

Pasamos a continuación a realizar un balance más pormenorizado atendiendo a distintos aspectos particulares.

5.5.2.1.- Sobre el efecto de las pruebas en los contenidos abordados

Con la intención de responder la cuestión 2.2.1, dirigida a dilucidar hasta qué punto "influyen los contenidos que se enseñan y en qué sentido", consultamos tanto al alumnado como al profesorado sobre sus percepciones al respecto.

Los resultados obtenidos parecen indicar que el profesorado mantiene un cierto espíritu contradictorio a la hora de valorar la cantidad y profundidad de contenidos abordados y los ritmos de aprendizaje infundidos, percepción que es totalmente compartida de forma paralela por el alumnado. De una parte, se manifiesta un abrumador sentimiento de queja en cuanto a los ritmos de trabajo que se ven obligados a imprimir a sus clases a la hora de implementarlos, confesándose en una mayoría relativa de los casos, el poco tiempo que el temario les deja para detenerse en los contenidos más complejos. Pero, de otro, a veces este aumento en el ritmo de abordaje de contenido en las clases no llega a percibirse como un obstáculo para su trabajo ni como un problema para los alumnos. En estos casos, el profesorado se manifiesta satisfecho con el volumen de contenidos exigidos, al considerarlos de gran importancia con vistas a la Universidad y porque, en última instancia, compone un temario que suele considerarse perfectamente abordable en la práctica. Pero, en cualquier caso, parece primar en el profesorado un sentimiento de obligación por abordar por completo el temario, ante la responsabilidad que supone el compromiso contraído con el alumnado de ayudarles a superar lo mejor posible la Selectividad.

Es posible, que lo que de verdad reclama el profesorado en su conjunto con esta contradicción, no sea tanto una reducción de contenidos como disponer de más tiempo para su impartición; esto es, de más horas de clase semanales para impartir la asignatura. O tal vez, la necesidad de un desdoble de la asignatura de Física y Química de 1º de bachillerato en dos asignaturas diferentes, lo que posibilitaría una planificación a más largo plazo de los contenidos exigidos. Sin embargo aunque en otros foros el profesorado suele reivindicar tal opción, curiosamente ninguno de los

profesores consultados lo manifiesta espontáneamente en sus respuestas en cuestionarios ni en entrevistas.

Consecuencia de esta responsabilidad por "cubrir el temario", entendido éste como el conjunto de contenidos estándares que suele preguntarse en la Selectividad, parece que el curso de 2º de bachillerato constituye un marco muy poco propicio para enseñar contenidos de actualidad científica, como tampoco de historia de la ciencia o de temas relacionados con la vida cotidiana. En efecto, en respuesta a la circunstancia ya constatada en el capítulo anterior, de la nula presencia de tales contenidos en las pruebas de selectividad, el profesorado parece mostrar una marcada tendencia a relegar esos contenidos a un segundo plano, y probablemente, a la larga, a considerar que son poco importantes. Por tanto, la Selectividad se muestra como un fuerte condicionante de las decisiones del profesorado sobre los contenidos a impartir en ese curso. Con ello se constata la visión que exponíamos al principio, de que las preguntas planteadas en las pruebas de acceso a la universidad, condicionan aquello a lo que el profesorado presta mayor atención en las clases de segundo curso de bachillerato (Sanmartí, 2003; Oliva y Acevedo, 2005).

Este sesgo introducido, de minusvalorar contenidos considerados esenciales para la alfabetización científica y para el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje, se convierte de esta manera en un importante handicap también para atraer vocaciones científicas y para el desarrollo de una visión de ciencia más íntegra que la que aporta un enfoque puramente propedéutico (Garritz, 1998; Acevedo, 2004; Acevedo et al., 2005; Vázquez et al., 2005).

5.5.2.2.- Sobre el efecto de las pruebas en la metodología de enseñanza de las ciencias

Otro aspecto a considerar es el efecto que sobre la metodología de enseñanza se promueve fundamentalmente en 2º de bachillerato, lo que nos puede ayudar a responder a la cuestión 2.2.2 que enunciamos así: "¿Influyen en la forma de enseñar? ¿De qué manera?".

De los datos aportados se infiere un importante efecto de inhibición en el 2º curso de bachillerato del uso de ciertos recursos y metodologías de enseñanza que

habitualmente se consideran de interés en el aprendizaje de las ciencias. De este modo, parece que, en opinión del profesorado, 2º de bachillerato no es un curso que sirva para impulsar innovaciones en la enseñanza, sino todo lo contrario, para favorecer enfoques de enseñanza tradicionales, mediante clases teóricas expositivas, dictado de apuntes, o realización de ejercicios y problemas tipo, de naturaleza totalmente cerrada.

El profesorado considera, por ejemplo, poco propicio este curso para realizar prácticas experimentales, y lo justifican por el escaso tiempo disponible para ello, por el tamaño numeroso de las clases o por no disponer de material suficiente en los centros. Y a todas esas razones hemos de añadir otro argumento, no menos frecuente, como es considerar el escaso peso que tienen las preguntas relacionadas con las prácticas de laboratorio en las pruebas de Selectividad. En el mejor de los casos, algunos pocos profesores declaraban realizar más allá de las dos prácticas recomendadas por la Ponencia de Selectividad, sin que ello garantice que realmente las hicieran siempre los propios alumnos, quedando a veces en manos solo del profesor o de alumnos escogidos, quienes son los que realizaban la práctica a modo de experiencia de cátedra. En este sentido, conviene reconocer que tiene poco sentido explicar dichas prácticas de manera teórica, sin que el alumnado pueda contemplarla ante sí y manipular el material correspondiente.

Sin embargo, el uso de las TICs no parece verse tan influenciado por el curso de 2º de bachillerato, y se valora como positivo este aspecto por parte de los profesores encuestados. A pesar de ello, predomina un uso de las TICs como apoyo de enfoques de enseñanza tradicionales, por ejemplo para gestionar las tareas que se encargan para casa (plataforma educativa) o como recurso expositivo que favorece la explicación del profesor (pizarra digital y videoproyector). Y no todo el profesorado declaraba mantener su uso en este curso, siguiendo razones similares a las empleadas para justificar el escaso uso de las clases de laboratorio.

En suma, parece que el profesorado percibe, en su mayoría, que la enseñanza tradicional resulta la mejor salida a la presión que supone la prueba de Selectividad y a la necesidad de tener que acabar un temario extenso. Si bien la enseñanza transmisiva constituye todavía hoy una opción mayoritaria para la enseñanza de las ciencias, en

general, la prueba de acceso a la universidad parece actuar como un importante refuerzo de este tipo de planteamientos y, por tanto, en un obstáculo ante cualquier intento de renovación de la enseñanza. El hecho de que, de forma en cierta medida paradójica, aparezca una mayoría relativa que considera que en este curso el alumnado suele jugar un papel más activo y participativo que en los anteriores, lo interpretamos en clave de una mayor realización de ejercicios y problemas tipo, como parte de las tareas encomendadas ya sea para clase o para casa, y con fines de entrenamiento para la prueba de Selectividad.

A pesar de todo, la buena noticia es que aparecen también profesores que intentan imponer su propio criterio respecto a estas circunstancias y condicionantes, poniendo en escena, al menos parcialmente, enfoques de enseñanza innovadoras del estilo de los que movilizan en cursos anteriores.

Finalmente, hemos de señalar también como factor negativo en este curso, el importante grado de inhibición detectado en el desarrollo de actividades de trabajo en equipo, fomentándose por el contrario trabajo de tipo individual y en solitario. De nuevo, las PAU se convierten en una circunstancia que condiciona la forma en la que los profesores enseñan en su aula. La falta de tiempo para impartir un programa extenso se convierte en la principal razón aportada para justificar el escaso uso que se hace del trabajo en grupos en este nivel educativo.

5.5.2.3.- ¿Sobre el efecto de las pruebas en la evaluación?

Daremos cabida en este apartado a la discusión en torno a la cuestión 2.2.3, en la que nos preguntábamos, en relación a las pruebas de Selectividad, "¿Influyen en la evaluación? ¿De qué forma?".

De los resultados aportados se infiere que el 2º curso de bachillerato parece afectar a la evaluación en dos sentidos. Por un lado, al menos sobre el papel, el profesorado considera que en este curso se valora más la comprensión frente al aprendizaje mecánico y memorístico, pero se atribuye un mayor peso del examen a la hora de calificar al alumnado.

Así, de un lado, una mayoría del profesorado valora en el cuestionario Likert una mayor incidencia en 2º de bachillerato, respecto a cursos anteriores, en formas de

aprendizaje comprensivos frente aquellos otros de naturaleza más mecánica y memorística. Esto podría interpretarse en primera instancia como un aspecto positivo de las pruebas, que concuerda bien con los datos que obtuvimos en el capítulo anterior sobre el tipo de preguntas planteadas en Selectividad, en el que detectamos un papel muy limitado de las preguntas tipo Definición, frente a las de carácter Algorítmico y Conceptual. No obstante, este posicionamiento preponderante no se observó de forma tan clara y categórica en las respuestas de los profesores consultados mediante respuestas abiertas, ya fuera a través de entrevistas o cuestionarios de respuesta verbal. En ellas, las respuestas del profesorado evidenciaban una fuerte tendencia en 2º de bachillerato al planteamiento de ejercicios y problemas tipo, de naturaleza algorítmica, similares a los que suelen preguntarse en Selectividad. Se reconocía con ello dedicar gran parte de la atención de las clases a contribuir a la automatización y mecanización en el alumnado de los procesos de resolución de tareas similares a las que se proponen en Selectividad, al objeto de entrenar a los alumnos para esa prueba. En este sentido, a nuestro modo de ver, este tipo de situaciones moviliza mecanismos bastante próximos al aprendizaje mecánico y memorístico, ya que básicamente reducen la labor del alumno al reconocimiento de la situación concreta planteada en el enunciado y a la aplicación de algoritmos ya aprendidos previamente para tales situaciones. Es evidente que no es comparable este tipo de tareas con la de memorizar frontalmente datos, definiciones o ecuaciones, pero tampoco constituyen, en esencia, tipos de tareas que genuinamente sirvan para caracterizar procesos de aprendizaje significativos.

Por otro lado, se reconoce en este curso un mayor peso de los exámenes en la evaluación del alumnado, frente a otras fuentes de información como la implicación del alumno en el aula, el desarrollo de memorias de prácticas o la realización de trabajos. De este modo, aparece una cierta tendencia a polarizar la evaluación hacia formas de evaluar semejantes a las de las pruebas de Selectividad, no solo en cuanto al tipo de preguntas o la estructura de las pruebas de exámenes que se proponen, sino en algunos casos en cuanto a la forma de calificar. Esta conclusión, como es evidente, no es generalizable, pero sí es verdad que está presente y se proyecta, en mayor o menor medida, en las decisiones del profesorado sobre la evaluación. Y aunque viene a

marcar, al fin y al cabo, una intencionalidad formativa con repercusión positiva en el aprendizaje del alumnado, y no como proceso terminal, es verdad que supedita demasiado los logros a alcanzar a finalidades casi exclusivamente propedéuticas.

5.5.3.- Sobre la proyección de la influencia de las pruebas en cursos anteriores

Finalmente, cerraremos este espacio dedicado a la síntesis y discusión de datos analizando los resultados correspondientes a la cuestión 2.3 que se proponía constatar "¿Si el efecto de las pruebas se limita a la enseñanza en 2º de bachillerato o si se proyecta en cursos anteriores?". Se trataba de ver si las constricciones que hemos ido viendo, que marca la presencia cercana de las pruebas de acceso, se proyectan sobre cursos anteriores, condicionando o afectando a las decisiones del profesorado.

Cabe decir al respecto que los resultados obtenidos muestran que la mayoría de profesores reconoce una importante influencia también sobre el primer curso de bachillerato. Así, temas como el de estequiometría, el átomo-enlace-Tabla periódica, o el de formulación y nomenclatura química son temas que se imparten ya en ese curso previo y conforman más allá de la mitad del peso de lo que se pregunta en Selectividad. De ahí que deba entenderse que ya desde 1º de bachillerato ponga la vista en la futura prueba de acceso y se vea ya afectado por ella.

Sin embargo, algo más preocupante es que tal condicionamiento se traslade a la educación obligatoria, afectando también al 4º de ESO como reconocían algunos de los profesores consultados. Más aún, en algunos casos dicha influencia se trasladaba incluso a cursos anteriores, en los que ya se veía la necesidad de iniciar un proceso paulatino de preparación del alumno para dicha prueba. Realmente no fueron muchos los profesores que se expresaron en estos términos de llevar tan lejos la influencia de la Selectividad, pero el hecho de que algunos sí vivieran ya desde mucho antes esa preocupación viene a indicar el fuerte impacto que ejerce la misma en la formación del alumnado a lo largo de la educación secundaria. Si ello es así, se puede entender que los criterios de selección y secuenciación de contenidos a través de los diversos cursos, se desarrollen más en función de este tipo de criterios que de otros de progresión orientados a la construcción de significados a más largo plazo (Prieto, Brero y Blanco, 2002).

Más aún, sospechamos, que tras los datos obtenidos se esconde, de forma implícita, una influencia mucho más notoria de lo que aparenta. De este modo, podría ser que la configuración de la prueba, desde el punto de vista de lo que se pregunta y de la manera en la que se hace, con bastantes limitaciones por cierto, como vimos en el capítulo anterior, venga a marcar estereotipos que servirían al profesorado para interpretar la materia que imparte, desde el punto de vista de los contenidos que resultan verdaderamente importantes, y de las competencias que se considera que se han de desarrollar con ellos. Estos estereotipos no son exclusivos de las pruebas de Selectividad, sino que echa sus raíces en la tradición heredada en torno a "qué" y "cómo" se enseña y aprende las ciencias, en particular la química. Resulta algo, por tanto, que se arrastra desde la propia formación científica recibida en la etapa anterior como alumno del profesorado, en general, y el que elabora las pruebas, en particular; y hacen realidad la máxima de que "cada cual tiende a enseñar de la misma forma en que le enseñaron", a la que nosotros añadiríamos otra según la cual "cada profesor evalúa en función de lo que espera y desea que el alumnado aprenda, a semejanza de lo que él sabe".

En consecuencia, el sesgo que introduce la Selectividad no es solo algo impuesto desde ella, sino también el reflejo de estereotipos heredados sobre lo que, hasta ahora, tradicionalmente se ha sido considerado importante que un alumno aprenda sobre la asignatura. Pero este reflejo se convierte, a su vez, en un refuerzo de dicha tradición, contribuyendo a la proyección en el futuro de estos estándares que llegan a ser asumidos como algo natural e inevitable. Por tanto, nos encontramos ante un efecto bucle, de retroalimentación, a través del cual las PAU se elaboran en sintonía con lo que el profesorado espera de ella, desde un enfoque de enseñanza de la química tradicional; pero, a su vez, la estructura también vendría a marcar un arquetipo a repetir en lo sucesivo por el profesorado en sus clases. Sin duda, esta circunstancia constituye uno de los principales obstáculos -en el sentido establecido por Jiménez-Pérez y Wamba (2003)- que limitan la innovación y el cambio en la enseñanza de las ciencias.

En este sentido, si se consiguiese cambiar la naturaleza y contenidos de esas pruebas, aproximándolas por ejemplo a las de otras pruebas externas como PISA,

conseguiríamos iniciar un cambio en esa tradición hacia otros estándares más acordes con las ideas actuales en didáctica de las ciencias, en general, y de la química, en particular.

En consecuencia, no se plantea aquí una eliminación de las pruebas de acceso, que probablemente se perpetuarán en el futuro con otra denominación y bajo otra fórmula, sino una reorientación en su estructura y contenido, aproximándola a una auténtica prueba de madurez de los contenidos sobre los que versa, en clave de las competencias que evalúa y la posible contextualización de contenidos en temas que trasciendan más allá de los puramente académicos y propedéuticos.

CAPÍTULO 6
CONCLUSIONES

6.1.- Síntesis de resultados

A la vista de los resultados obtenidos y de la discusión efectuada, estamos en condiciones de formular dos conclusiones importantes:

1º) Que las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química presentan sesgos en cuanto a la naturaleza y ponderación de las preguntas que se plantean, configurando una serie de arquetipos sobre lo que el alumno debe saber, en muchos casos alejados de las propuestas actuales que se desprenden de la didáctica de las ciencias y del marco actual desarrollado en torno a la competencia científica.

2º) Que las pruebas de acceso a la universidad condicionan estrechamente la enseñanza de la Química en 2º de bachillerato, e incluso en cursos anteriores, tanto desde el punto de vista de la actitud y orientación del alumno, como de la práctica docente del profesor. En este sentido, dichas pruebas se revelan como elemento recurrente que contribuye a la motivación extrínseca del alumnado, y a inhibir propuestas innovadoras de enseñanza acordes con los planteamientos actuales de la didáctica de las ciencias.

Pasamos a continuación a dar más detalles al respecto respondiendo a las preguntas de investigación formuladas en el capítulo 3 de la tesis.

6.1.1.- Sobre la naturaleza de las PAU (Estudio 1)

En conjunto las pruebas de acceso a la universidad presentan algunas carencias debido a importantes sesgos que se aprecian tanto en los contenidos temáticos sobre los que se evalúa, como desde el punto de vista del tipo de pregunta que se plantea y de los aspectos de la competencia científica que demandan. Estos sesgos potencian la presencia de determinados estereotipos de preguntas que abundan, en mayor o menor medida, a lo largo de las PAU, en comparación con otras opciones y posibilidades que están infravaloradas o incluso totalmente ausentes.

- *¿Cuáles son los contenidos de química que más frecuentemente se evalúan en las pruebas de acceso a la universidad? ¿Existen algunos "sobre" o "infra" planteados? (Interrogante 1.1)*

El primero de los sesgos a los que nos referíamos concierne al desigual peso que se otorga en las pruebas a los diferentes temas del currículum, ya que mientras que algunos son sobrevalorados, como sucede con estequiometría y formulación química, otros se incluyen en muy pocas ocasiones, como sucede con el tema de cinética química, que aparece con muy poca frecuencia, o el correspondiente al trabajo científico sobre el que no se ha encontrado ni una sola pregunta.

Tal ausencia, supone una carencia que consideramos de suma importancia, al no tenerse en cuenta aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, incluso con la historia de la química, que creemos que deben ser foco del aprendizaje en esta materia. Pero por otra parte, va en consonancia con la atención prestada a estos temas en el transcurso diario de las clases, en las que no se suelen abordar.

- *¿Qué tipo de preguntas integran dichas pruebas? (Interrogante 1.2)*

El segundo de los sesgos detectado se refiere a la excesiva presencia de preguntas de formato algorítmicas frente a las que hemos categorizado como de tipo conceptual y de definición. Esto nos indica que predominan preguntas de resolución de ejercicios y problemas tipo en las pruebas de química, basadas en un aprendizaje mecánico y rutinario, en vez de preguntas que fomenten la madurez de razonamiento y la competencia científica, esto es, preguntas que tengan carácter conceptual, sean abiertas y más novedosas.

A este respecto, se echan en falta preguntas donde el alumno maneje representaciones pictóricas a nivel atómico-molecular, imprescindible para la comprensión y para la resolución de problemas de química (Bodner y Domin, 2000).

- *¿Qué aspectos o dimensiones de la competencia científica se evalúan a lo largo de las mismas, respecto al aprendizaje de la química? (Interrogante 1.3)*

Un tercer sesgo se refiere a la desigual presencia en las pruebas de diferentes aspectos relacionados con la competencia científica, la cual no se ve representada, ni mucho

menos, en su integridad, sino que aparece fragmentada y totalmente polarizada hacia aspectos muy parciales y particulares.

En cuanto a la dimensión de "saber química", se evalúa con suma frecuencia el significado del lenguaje químico y el conocimiento de conceptos, leyes y teorías. También en una parte de las ocasiones, las preguntas requieren retención de información. No obstante, son muy pocas las preguntas que exigen conocimiento en torno al material instrumental de laboratorio, sencillamente porque las preguntas sobre prácticas de laboratorio son extraordinariamente escasas.

Con respecto a la dimensión de "hacer/trabajar en química", solo seis aspectos, de los doce contemplados, se evalúan en las pruebas: realizar cálculos y aplicaciones directas, realizar predicciones y formular hipótesis, analizar e interpretar situaciones o argumentar en torno a ellas, manejar distintos tipos de representaciones químicas, uso de herramientas matemáticas y manejo adecuado de material de laboratorio. No obstante, prácticamente en sus tres cuartas partes, las tareas que se demandan corresponden a cálculos y aplicaciones directas de lo aprendido, y en mucha menor proporción, a la capacidad de razonamiento y análisis, la formulación de hipótesis, el manejo de distintos tipos de representaciones químicas y el uso adecuado del material de laboratorio. Justamente, en la medida que la tarea demandada se acerca a lo que es una actividad de indagación y de modelización en química, la proporción de preguntas planteadas decae ostensiblemente. Incluso, algunos de los aspectos contemplados en la taxonomía empleada no aparecieron en ni una sola de las preguntas formuladas, echándose en falta, sobre todo, tareas de resolución de problemas en situaciones próximas a la vida diaria, de diseño de experiencias de contraste de hipótesis, o de realización de estimaciones y aproximaciones.

Peor aún es la situación de la evaluación de actitudes y valores en torno a la naturaleza, utilidad y limitaciones de la química, que no son abordados de modo explícito en ninguna de las preguntas: utilidad e importancia de la química en nuestras vidas, valoración de la naturaleza empírica de los hechos en química y el carácter racional de sus teorías, conceptualización del conocimiento en química como algo limitado y provisional, que puede cambiar y evolucionar con el tiempo, valoración de

riesgos en el trabajo de laboratorio, etc. Ello a pesar del esencial papel que juega esta dimensión en el aprendizaje de la ciencia, en general, y de la química, en particular.

- *¿Existe relación entre contenido temático, tipo de pregunta y aspectos del aprendizaje evaluados? En caso afirmativo, ¿qué tipo de relaciones se establecen? (Interrogante 1.4)*

Las distintas temáticas del currículum suelen situarse dentro de estereotipos de preguntas ya prefijadas y normativizadas según la tradición, con poco espacio para integrar dentro de una misma temática los tres tipos de formatos de preguntas. De este modo, se detecta con frecuencia correlaciones -o si se prefiere, concurrencia- entre el contenido curricular implicado en las preguntas y el tipo o formato de las mismas. Algo parecido ocurre con el aspecto de la competencia científica demandado en la tarea, que también se ajusta a ciertos patrones mayoritarios en función del tema del currículo involucrado. Un caso emblemático es el de estequiometría, casi siempre vinculado a preguntas de tipo algorítmicas, que exigen meramente la realización de cálculos que requieren destrezas operativas matemáticas, un conocimiento apropiado del lenguaje químico y la aplicación directa de conceptos, leyes y teorías.

Aunque muchas de las asociaciones detectadas son lógicas y consecuencia de la propia naturaleza de los contenidos implicados, en otros responden, más bien, a asociaciones creadas a modo de arquetipos que vienen a configurar una cultura académica y escolar que se va transmitiendo de generación en generación. Por ejemplo, quizás a las preguntas de estequiometría y de termoquímica le correspondan una pobre presencia de preguntas de tipo conceptual, sencillamente porque a otras como átomo, enlace, Tabla periódica, cinética química o química orgánica, poco propicias para preguntas de resolución de problemas cuantitativos, saturan ya el peso pretendido en la prueba de aspectos de tipo cualitativo.

- *¿Se aprecia algún tipo de evolución a lo largo de los años en cada uno de estos aspectos considerados? (Interrogante 1.5)*

Se aprecia una importante estabilidad en la naturaleza de las pruebas a lo largo de los años, con tímidos cambios solamente en algunas de sus características que no alcanzan los umbrales de significación estadística. Por ejemplo, la proporción de las

preguntas de estequiometría parece haber disminuido algo con el tiempo, y ligeramente también parecen haber disminuido las de termoquímica y química orgánica. Al lado de ello, parece que han aumentado muy ligeramente las relativas a Tabla periódica, enlace químico y cinética química.

Por otro lado, se observa también un ligero aumento en la proporción de preguntas sobre análisis y argumentación a lo largo de los años, aunque tampoco en este caso los cambios alcanzados superan el umbral de significación estadística.

Existe, por otra parte, una cierta tendencia hacia la disminución de preguntas de tipo algorítmicas y un aumento de las preguntas conceptuales, mientras que las preguntas de definición muestran un comportamiento irregular alternante. Los cambios en las dos primeras se observan sobre todo en el tránsito entre los dos primeros períodos considerados, si bien los cambios no son estadísticamente significativos.

6.1.2.- Sobre las percepciones de profesores y alumnos en torno al impacto de la PAU en la enseñanza de la Química en los centros (Estudio 2)

Mediante el estudio 2 pudimos extraer conclusiones acerca de cómo condicionan las PAU en el curso de 2º de bachillerato, a distintos aspectos relativos a la enseñanza y aprendizaje de la Química, como el tipo de aprendizaje que se fomenta, el interés del alumnado por el estudio, los contenidos que se abordan en las clases, la metodología de enseñanza y la evaluación. Los resultados obtenidos indicaron una importante influencia en la mayoría de estos aspectos, en unos casos de manera positiva, pero la mayor parte de las ocasiones de un modo negativo. Así mismo, los datos obtenidos sugerían una influencia colateral sobre cursos anteriores.

- *¿En qué medida y de qué forma las PAU condicionan el tipo de aprendizaje que se fomenta en al alumnado, así como la motivación e interés por el estudio de las ciencias que se genera? (Interrogante 2.1)*

El estudio cuantitativo realizado revelaba en conjunto un efecto positivo de las PAU sobre estos dos aspectos señalados. No obstante, un análisis por separado sobre cada uno de ellos, así como un estudio cualitativo en profundidad, pudo mostrar un efecto desigual en ambas ocasiones y un mecanismo más superficial de lo esperado en la influencia que creíamos más notoria.

- ✓ *¿Influye en la motivación e interés del alumnado por el estudio de las ciencias? (Interrogante 2.1.1)*

Hay cierta coincidencia en considerar que los alumnos de 2º de bachillerato se sienten más motivados a esforzarse y estudiar, al tener como estímulo la prueba de Selectividad, siendo el profesorado el que se muestra más optimista a este respecto. No obstante, cuando se profundiza un poco más, mediante instrumentos cualitativos de recogida de información, los profesores manifiestan que el tipo de motivación que se desarrolla es, fundamentalmente, de tipo extrínseca, no tanto orientada a fomentar actitudes positivas hacia las ciencias y su aprendizaje como a alcanzar logros de desempeño suficientes para superar las pruebas y obtener los mejores resultados posibles.

- ✓ *¿Influye sobre el estilo de aprendizaje: aprendizaje significativo versus memorístico? (Interrogante 2.1.2)*

También hay coincidencia en admitir un cierto equilibrio en cuanto al efecto de la PAU sobre el estilo de aprendizaje del alumno (significativo vs. mecánico-memorístico), si bien el alumnado parece algo más optimista respecto a la incidencia de dicho factor a la hora de favorecer un aprendizaje más significativo. Este cuasiequilibrio parece el resultado de la tensión entre el grado de lógica y profundidad que adquieren los contenidos en este curso y la preocupación, por parte del alumnado, de obtener la máxima calificación posible en la prueba de Selectividad, lo que le lleva a una dinámica de "aprender para el examen". Esta tensión termina afectando igualmente a los profesores, quienes en muchos casos terminan dedicándose solamente a "enseñar a los alumnos a responder bien las preguntas de Selectividad". En estas condiciones, no puede decirse que este sea un curso propicio para que ni profesores ni alumnos centren su atención en el desarrollo de capacidades de razonamiento crítico y creativo o de actitudes y valores propios del trabajo científico.

- *¿Hasta qué punto y de qué manera las PAU condicionan las prácticas de enseñanza, desde el punto de vista de las decisiones adoptadas por el profesorado? (Interrogante 2.2)*

Los resultados del estudio 2 muestran, por otra parte, un claro deterioro de las prácticas de enseñanza en 2º de bachillerato respecto a cursos anteriores, debido a la influencia de las PAU. Tal deterioro es percibido tanto por profesores como por alumnos, si bien en este último caso de forma algo menos drástica.

- ✓ *¿Influyen en los contenidos que se enseñan? ¿En qué sentido? (Interrogante 2.2.1)*

Se ha detectado, por una parte, la presencia de sentimientos encontrados en el profesorado a la hora de valorar la amplitud del currículum actual y la densidad de contenidos a impartir en 2º de bachillerato. Así, de un lado, la mayor parte del profesorado manifiesta quejas sobre los ritmos de trabajo que se ven obligados a imprimir a sus clases y el escaso tiempo para detenerse en los contenidos más complejos. Pero de otro lado, otra parte menor no parece percibir esto como un obstáculo para los alumnos, declarando cierta satisfacción con el volumen de contenidos exigidos, al considerarlos importantes para futuros estudios, en cierto modo abordables.

Por otra parte, los resultados obtenidos de las percepciones tanto de alumnos como de profesores, indican que el curso de 2º de bachillerato no parece un marco propicio para enseñar contenidos de actualidad científica, incluir aspectos sobre historia de la ciencia o de relacionar el currículum con la vida cotidiana. De este modo, el profesorado parece relegar esos contenidos a un segundo plano al no ser objeto normalmente de evaluación en las PAU.

- ✓ *¿Influyen en la forma de enseñar? ¿De qué manera? (Interrogante 2.2.2)*

Tanto profesores como alumnos coinciden al detectar un importante efecto de inhibición en el 2º curso de bachillerato en el uso de ciertos recursos y metodologías de enseñanza que habitualmente se consideran de interés en el aprendizaje de las ciencias. De este modo, y aunque el alumnado es sensiblemente menos pesimista que el profesorado, se opina que no es éste un curso que sirva para impulsar innovaciones

en la enseñanza, sino que favorece enfoques de enseñanza tradicionales, con clases teóricas expositivas, aun cuando el número de ejercicios y actividades que se realizan en clase se reconozca mayor que en otros cursos. Además, se percibe una menor realización de actividades prácticas de laboratorio respecto a otros cursos, disminución que el profesorado atribuye al escaso tiempo disponible y a la escasa propuesta de preguntas de este tipo en las pruebas de Selectividad.

Sin embargo, el uso de las TICs no parece verse cuantitativamente afectada por las PAU, aunque sí cualitativamente ya que la tendencia es a usarla en este curso como apoyo a métodos tradicionales de enseñanza, más que como recurso de indagación.

Además se detecta como factor negativo también la gran inhibición que ejerce las PAU en el desarrollo de actividades de trabajo en equipo, fomentándose el trabajo de tipo individual y en solitario.

En resumen, parece que el profesorado percibe que la enseñanza tradicional resulta la mejor salida a la presión que supone la Selectividad y la necesidad de tener que acabar un temario extenso. Aun así, es de reseñar que una parte del profesorado intente imponer su propio criterio, usando al menos parcialmente enfoques de enseñanza innovadoras.

- ✓ ¿Influyen en la evaluación? ¿De qué forma? (Interrogante 2.2.3)

Los resultados obtenidos parecen apuntar en dos direcciones distintas.

De un lado, se detecta un mayor intento en este curso de centrar la evaluación en aprendizajes de tipo significativo y no tanto de naturaleza memorística. Pero, a pesar de esta intención declarada por el profesorado -que concuerda con la manifestada también por el alumnado aunque con algo de menor entusiasmo-, en conjunto se evidencia una fuerte tendencia al planteamiento de ejercicios y problemas-tipo, de naturaleza algorítmica, similares a los que se suelen preguntar en Selectividad.

Por otro lado, se detecta una marcada tendencia a conceder un mayor peso a los exámenes en la evaluación del alumno, y a evaluar de forma semejante a como se realiza en esta prueba (tipo de preguntas, estructura, y en algunos casos misma forma de calificar).

- *¿Si el efecto de las pruebas se limita a la enseñanza en 2º de bachillerato o si se proyecta en cursos anteriores? (Interrogante 2.3)*

La mayoría de profesores reconoce una importante influencia también sobre el curso de 1º de bachillerato. Más preocupante aún es que este condicionamiento también sea percibido en la educación obligatoria, afectando a 4º de ESO, o incluso a cursos inferiores, si bien es verdad que este "efecto dominó" sobre cursos como 3º de ESO solo se detectó en las opiniones el profesorado en casos particulares.

6.2.- Implicaciones educativas

Las conclusiones mostradas tienen importantes implicaciones en el ámbito educativo al menos en dos direcciones.

La primera se refiere a la necesidad de una profunda reorientación en la naturaleza y estructura de estas pruebas, o al menos de las que pudieran emplearse en el futuro para regular el acceso del alumnado a la Universidad o como pruebas de nivel de las distintas reválidas. Sería preciso evolucionar hacia pruebas más equilibradas que eviten sesgos como los detectados y que pongan más en valor aprendizajes de tipo cualitativo. Dicha evolución también debería implicar un cambio sustancial en la tipología de preguntas, hacia otras más centradas en la componente conceptual del aprendizaje (Bodner y Domin, 2000; Sanabria-Ríos y Bretz, 2010) y que, sin tener por qué resultar excesivamente complejas, impliquen otro tipo de estrategias de razonamiento de mayor nivel que la mera reproducción de algoritmos de resolución ya aprendidos (Zoller et al., 1995; Gil et al., 1999; Anderson y Krathwohl, 2001), en línea, por ejemplo, con la estructura de las preguntas empleadas en las pruebas PISA. Aunque en los últimos años se detecta una interesante evolución de las pruebas PAU de Andalucía hacia una mayor proporción de preguntas conceptuales y una menor presencia a cambio de las de tipo algorítmico, todavía dicha evolución es limitada.

Al lado de ello, desde la perspectiva de un enfoque integral que adopte como modelo la competencia científica, implicaría una mayor presencia, entre otras, de preguntas que conecten la química con problemas y situaciones de la vida cotidiana (Fensham, 1988; Blanco, España y Rodríguez, 2012), que potencien la vertiente experimental de la química y el trabajo de laboratorio (Hodson, 1993; Hofstein, 2004; Hofstein y

Lunetta, 2004), que planteen la elaboración e interpretación de representaciones pictóricas en torno a fenómenos a nivel submicroscópico (Mulford y Robinson, 2002; Aragón, 2012), que indaguen sobre el conocimiento en acción del alumno a la hora de realizar estimaciones o aproximaciones en química (Tamir, 1989; Campanario, 2000), o que analicen los conocimientos del alumnado sobre historia de la química (Solbes y Traver, 1996; Izquierdo, 2004) y en torno a la naturaleza de la ciencia y de sus modelos (provisionalidad y naturaleza del conocimiento, limitaciones de los modelos en química, utilidad de la química, etc.) (Lederman, 1992; Treagust, Chittleborough y Mamiala, 2002; Acevedo et al., 2005).

Dado que los contenidos y el formato de las PAU condicionan la actividad docente y el aprendizaje de los alumnos, cuanto menos a lo largo del bachillerato, el desarrollo de mejores pruebas y más equilibradas, contribuirá a fomentar que esas dimensiones del aprendizaje sean más valoradas por profesores y alumnos, y también más y mejor practicadas en las clases.

En relación a todo ello, y con el propósito de mostrar que dicho planteamiento no es solo necesario si no posible, en el anexo II hemos presentado un repertorio de preguntas alternativas, donde se pone de manifiesto que es factible construir otro de tipo de preguntas para solventar las carencias detectadas anteriormente. Podría alguien argumentar que una mayor presencia de preguntas conceptuales que impliquen modelización a nivel submicroscópico o demandas tipo *HOCS*, corre el riesgo de conducir a pruebas más complejas que en la actualidad. De hecho, existe evidencia de que muchos alumnos que son capaces de resolver problemas de tipo algorítmicos, fallan a la hora de afrontar preguntas conceptuales. Pero ello ocurre, sencillamente, porque no están familiarizados con tal tipo de preguntas (Zoller et al., 1995; Nakhleh et al., 1996). Sin embargo, esos mismos trabajos citados parecen apuntar a que el alumnado, una vez que se habitúa en clase a afrontar preguntas de ese tipo, mejora ostensiblemente en su capacidad para resolver preguntas de esa naturaleza, aun cuando sean de mayores exigencias cognitivas, y que dicha capacidad influye positivamente en las actitudes del alumnado hacia la química y en su habilidad para resolver preguntas algorítmicas (Zoller et al., 1995; Nakhleh et al., 1996).

La segunda implicación afecta a la formación inicial y permanente del profesorado dada la necesidad de analizar a través de ella las relaciones que se establecen entre pruebas externas, práctica docente e innovación educativa. Estas relaciones son, a nuestro parecer, más complejas de lo que se desprende directamente de los datos obtenidos en esta tesis. De este modo, al igual que es posible que las pruebas de acceso a la universidad condicionen la actuación del profesorado, también es factible considerar un efecto recíproco, de modo que sean los hábitos y rutinas de enseñanza predominantes en clases habituales de secundaria y bachillerato las que orienten el contenido y la estructura de los exámenes de Selectividad (Franco, Oliva y Gil-Montero, 2015). Si esto es así, realmente habría que hablar de un efecto bucle, de retroalimentación, según el cual, las pruebas de acceso se confeccionarían de acuerdo a la práctica de enseñanza habitual, para estar en sintonía con lo que el profesorado espera de ella; y, a su vez, también vendrían a marcar pautas y estereotipos que los propios profesores se sentirían obligados a seguir a la hora de implementar el currículum en sus clases de bachillerato, e incluso de cursos anteriores.

Por tanto, al lado del necesario cambio de orientación de las PAU del que hablamos antes, resulta imprescindible atacar también el problema que supone la inercia al cambio en la cultura docente y la resistencia a la introducción de innovaciones en la enseñanza; y ello solo es posible desde la formación del profesorado, considerando esta temática como parte del conocimiento profesional docente (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Martín del Pozo y Rivero, 2001). Especialmente en su etapa inicial en la que ya debería abordarse este problema, como foco de análisis y en torno al que debatir, al ser el momento en el que empieza a fraguarse la identidad profesional docente (Pontes, Vargas y del Rey, 2010). De hecho, suele ser un tema que el profesorado en formación suele sacar a colación para justificar la dificultad de un cambio didáctico en las aulas, precisamente adoptando como argumento la escasa sintonía que existe entre los cambios e innovaciones que se les propone desde la didáctica de las ciencias y la realidad actual de las PAU, ancladas todavía en posiciones sumamente tradicionales.

Al lado de ello, la propia formación del profesorado, debería servir como vehículo para acercar a los profesores a enfoques innovadores y a las nuevas tendencias en el campo

de la didáctica de las ciencias. Con ello, las nuevas orientaciones que proponíamos para pruebas externas como las PAU, podrían resultarles lógicas y consecuentes con la enseñanza que debería practicarse en la educación secundaria.

6.3.- Limitaciones de la investigación

A pesar de que hemos tratado de dotar a esta investigación de todas las medidas y necesarias para garantizar la validez global de los estudios realizados, así como el rigor y la precisión suficiente a la hora de recopilar la información y tratarla tanto cuantitativa como cualitativamente, ello no es óbice para que, una vez recorrido el camino, apreciemos algunas limitaciones e insuficiencias a lo largo de la investigación, sin que ello invalide ni las conclusiones obtenidas ni las implicaciones que de ellas podrían derivarse.

La primera limitación que reconocemos de la investigación es el haber trabajado únicamente con las PAU de Andalucía, en lugar de abrir el zoom y analizar también las pruebas de otras CCAA. Ello hubiera servido para ofrecer una imagen más general de las PAU a nivel de todo el estado español, si bien en nuestra defensa hemos de decir que ello hubiera alargado y complicado en exceso la investigación desarrollada, y hubiera desbordado, así mismo, la extensión que cabe esperar en la memoria de una tesis doctoral. Por otra parte, hemos de indicar también que, inicialmente, hicimos un análisis somero de los exámenes de las otras comunidades autónomas que nos revelaron multitud de coincidencias a lo encontrado en nuestro estudio, con la salvedad de algunas excepciones.

También hemos encontrado dificultades a la hora de clasificar las preguntas, lo cual ha sido un proceso largo y muy laborioso, primero al tener que consensuar los investigadores los sistemas de categorías a emplear y los criterios de análisis correspondientes, segundo al realizar el escrutinio correspondiente en un alto número de preguntas y, finalmente, al tener que alcanzar consensos entre jueces en aquellos casos en los que no había inicialmente concordancia. En este sentido, aunque el acuerdo entre los jueces fue bastante alto, no fue perfecto, siendo ciertamente limitado en ciertas categorías de algunas dimensiones.

Otro inconveniente con el que nos hemos encontrado en esta investigación ha sido, desafortunadamente, la limitada participación de profesores de Química que han podido rellenar el cuestionario 2, y su implicación a la hora de que su propio alumnado cumplimentara el cuestionario análogo al suyo. Esta es una de las razones, aunque no la única, por la que se abrió la muestra a profesorado de Física, Biología, Ciencias de la Tierra de 2º de bachillerato, al objeto de contar con muestras más amplias, y esta es la razón por la cual la muestra aleatoria de alumnos con que contamos al principio tuvo que ser ampliada con muestras de conveniencia del entorno más cercano. No obstante, hay que decir que tanto en el análisis de las percepciones del profesorado como del alumnado, los resultados fueron muy similares en las distintas submuestras, apareciendo incluso consensos entre las percepciones de la muestra global de alumnos y la de profesores. Nos hubiera gustado también contar con una muestra más amplia de alumnos, de forma que al realizar el análisis de datos hubiésemos obtenidos resultados más fiables. E incluso poder haber hecho entrevistas a dicho alumnado para comparar sus percepciones con las del profesorado.

Por otro lado, el cuestionario cerrado empleado, y que ha servido para producir estadísticas de resultados, ha contado con un número reducido de preguntas, y al eliminar ítems eventualmente defectuosos, esto ha dado lugar a que en algunos campos como por ejemplo en la evaluación, nos hayamos quedado con un solo ítem para sacar conclusiones. Esto también supone una limitación del estudio, si bien las conclusiones que emanan del mismo parecen bastante concluyentes, al haber sido trianguladas y completadas con información aportada por otros instrumentos (cuestionarios abiertos y entrevistas).

Y por último, observamos que las entrevistas han servido para poner de manifiesto concluyentemente la influencia de la PAU en la enseñanza en el bachillerato. Sin embargo, aunque sospechamos que esta influencia se proyecta sobre cursos anteriores de la ESO, este aspecto no se ha podido constatar con la claridad que esperábamos. Pensamos que una forma más encubierta y sutil de establecer las preguntas durante las mismas, o incluso el empleo de grabaciones en vídeo o audio de debates y discusiones en contexto de formación del profesorado, podría proporcionar

ocasiones para disponer de informaciones que sustenten dicha hipótesis con una mayor contundencia.

6.4.- Perspectivas futuras de investigación

El amplio campo de posibilidades que ofrece el ámbito de estudio abordado, las limitaciones que acabamos de señalar y el hecho que toda investigación sugiere nuevas preguntas, nos hace ver la necesidad de seguir investigando en este terreno. Lo que se aporta a continuación no es sino un listado de ejemplos de estudios que se podrían realizar al respecto en el futuro para ampliar horizontes, sin que se pretenda agotar, en modo alguno, el abanico de posibilidades.

- Ampliar el estudio analizando los exámenes de selectividad de Química de los últimos años de otras comunidades autónomas, así como las percepciones de su profesorado y alumnado, para ver qué está ocurriendo en otras comunidades de España.
- Sería particularmente interesante indagar sobre el efecto, si es que lo hay, de posibles cambios en las pruebas PAU en la actuación docente del profesorado, en aquellas CCAA que ha ido dando algunos pasos en la dirección de intentar evaluar de una forma más integral el desempeño del alumnado. Por ejemplo, sería útil escoger como blanco aquellas comunidades, como la Balear, que han incorporado preguntas formuladas en contextos más próximos a la vida cotidiana, o la de Asturias, que ha intentado dar más peso al conocimiento del alumno sobre el trabajo de laboratorio.
- Entrevistar al alumnado de 2º de bachillerato para poder triangular sus opiniones a nivel cualitativo con la información obtenida a través de entrevistas de sus profesores.
- Diseñar y validar un cuestionario cerrado más amplio, con un mayor número de ítems para cada una de las dimensiones y subdimensiones contempladas, que indague sobre las percepciones del profesorado y del alumnado en torno a la incidencia de las PAU en la enseñanza de la Química en bachillerato y cursos anteriores.

- Profundizar en las peculiaridades que puedan tener otras asignaturas como Física o Biología, intentando marcar diferencias, si es que las hay, con lo que concurre en el caso de la Química.
- Analizar en contextos de formación, las percepciones de los futuros profesores de Secundaria (Máster de Profesorado de Secundaria) sobre estos temas, comprobando en qué medida las resistencias que suelen mostrar en muchos casos hacia propuestas didácticas innovadoras, se deben a la dificultad de compaginar una enseñanza de las ciencias en la vanguardia de la innovación educativa, con la necesidad de preparar también al alumnado hacia pruebas externas institucionales, como las PAU.
- Abordar esto mismo que acabamos de plantear pero con profesores en ejercicio.
- Estudiar las opiniones del profesorado acerca de cómo deberían de ser las futuras pruebas de reválida y/o de acceso a la Universidad.

En suma, se abre todo un campo de investigación ilusionante en torno al que se ha discutido mucho pero sobre el que se ha investigado poco de un modo sistemático. Es de esperar que estudios de este tipo arrojen información valiosa sobre nuestro sistema educativo y sirva para realizar propuestas susceptibles de contribuir a la mejora del mismo.

CAPÍTULO 7
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* **1** (1), 3-16. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/16530 (Consulta: 18/10/2015)

Acevedo, J.A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* **2** (*3), 282-301.* Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/16248 (Consulta: 18/10/2015)

Acevedo, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2002). El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. Versión en castellano del capítulo 1 del libro: Avaluació dels temes de ciència, tecnología I societat. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació I Cultura del Govern de les Illes Ballears, 2001.

Acevedo, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **2** (2). Recuperado de: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf (Consulta: 18/10/2015)

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J.M., Acevedo, P., Paixão, M.F., y Manassero, M.A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* **2** (2), pp. 121-140. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/16283 (Consulta: 18/10/2015)

Agustench, M.; Del Barrio, J.I.; Del Castillo, V. y Romo, N. (2002*). Física y Química. 1 Bachillerato. Proyecto Ecosfera*. Madrid: Ediciones SM.

Álvarez, I. (2009). Evaluar para contribuir a la autorregulación del aprendizaje. *Electronic journal of research in education psychology.* Nº **19** (3), pp 1007-1030.

Anagnostopoulou, K.; Hatzinikita, V.; Christidou, V. y Dimopoulos, K. (2013). PISA Test Items and School-Based Examinations in Greece: Exploring the relationship between global and local assessment discourses, *International Journal of Science Education*, **35**, 636-662.

Anderson L.W. y Krathwohl D. R. (eds.), (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.

APU (1984). *Science: Assesment framework*. Great Britain. Departament of Education and Science.

Aragón, M.M. (2012). *Aportaciones de la enseñanza con analogías al desarrollo del pensamiento modelizador de los alumnos acerca del cambio químico*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Cádiz, España.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1989). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, D.F.: Trillas.

Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en Secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, **25** (1), 5-20.

Benítez, A. (2006). Las competencias básicas en la LOE. *Revista Escuela Española, 3701.*

Blanco, A., España, E. y González, F. J. (2010). Un proyecto de investigación para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria. In Quesada A. y Abril, A. (eds.), *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp.729–735). Jaén: Universidad de Jaén.

Blanco, A.; España, E.; Rodríguez Mora, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. Hacia la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **70**, 9-18.

Blanco-López, A., España-Ramos, E., González-García, F.J. y Franco-Mariscal, A.J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, **52** (2), 164-198.

Blanco, A. y Prieto, T. (1996). Algunas cuestiones sobre la comprensión de la Química. *Investigación en la Escuela*, **28**, 69-78.

Bloom B. S., Engelhart M. D., Fust E. J., Hill W. H. y Krathwohl D.R., (1956). *Taxonomy of educational objectives: part I, cognitive domain*, McKay: New York.

Bodner, G.M. y Domin, D.S. (2000). Mental models: the role of representarions in problems solving in chemistry. *University Chemistry Education*, **1** (1), 24-30.

Butler, I.S. y Grosser, A.E. (1979). *Problemas de química adaptados al curso de Principios de química.*

Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Caamaño, A. (2007). La evaluación PISA en Ciencias en 2006 en España e Iberoamérica. Alambique. *Didáctica de las Ciencias Experimentales,* **47**, 5-11. Citado en Gallardo-Gil, M. et al. (2010) PISA and scientific competence: An analysis of the PISA tests in the Area of Science.

Calatayud, MªL.; Carbonell, F.; Carrascosa, J.; Furió, C.; Gil, D.; Grima, J.; Hernández, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Payá, J.; Ribó, J.; Solbes, J. y Vilchez, A. (1990). *La construcción de las ciencias físico-químicas.* Servei de Formació Permanent. Universitat de València.

Campanario, J.M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (3), pp. 369-380.

Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela*, **78**, pp. 5-17.

Cañas, A.; Lupión, T. y Nieda, J. (2014). Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de ciencias de la naturaleza de 2º de la ESO en Andalucía. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* **76**, 63-70.

Castillejo Muñoz, R., Prieto Ruz, T. y Blanco López, Á. (2005). El lenguaje y las teorías de los alumnos en la comprensión de la combustión. *Enseñanza de las Ciencias*, **23**, número extraordinario, 1-17.

Chamizo, J.A. e Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **51**, 9-19.

Chaves, J. I. H., Badillo, R. G., y Miranda, R. P. (2010). Transposición didáctica del modelo científico de Lewis-Langmuir. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **7** (2), 527-543. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/8926 (Consulta: 18/10/2015)

Delors (1996). *La educación encierra un tesoro.* Madrid: Santillana-UNESCO.

Domenech. V (2003). El Proyecto PISA. Un Proyecto internacional para la búsqueda de indicadores de rendimiento. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, **37**.*

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, **4** (1), 3-15.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, **6** (2), 109-120.

Esteban, S. y Navarro, R. (1991). *Química general.* Madrid. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Fensham, P.J. (1985). Science for all. *Journal of Curriculum Studies,* **17**, pp. 415-435.

Fensham, P.J. (1988). Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of Science Education*, **10**, 346-356.

Fensham, P.J. (1999). What do the findings of TIMSS mean – science-wise and educationally? En M. Komorek, H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber y A. Kros. (Eds.): *Research in science education. Past, present, and future. Proceedings Second International Conference of the European Science Education Research Education (ESERA)*, 609-611. Kiel: IPN, University of Kiel.

Fensham, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education

(IOSTE) XIth Symposium Proceedings, pp. 23-25. Lublin, Polland: Maria Curie-Sklodowska University Press.

Fensham, P.J. (2009). Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, **46** (8), 884-896.

Fernández González, M. (2000). Fundamentos históricos. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales*, pp- 65-84. Madrid. Editorial *Marfil.*

Fernández González, M. (2004). *Operaciones de laboratorio en Química*. Madrid. Anaya.

Fernández González, M. (2013). La formulación química en la formación inicial del profesorado: concepciones y propuestas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, ***10***, número extraordinario, 678-693.

Fortuny, J.Mª. e Izquierdo, D. (1989). Elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y matemáticas en los niveles no universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado,* nº **16**, 169-179.

Franco-Mariscal, A.J. (2007). Enseñando Física y Química con ideas quijotescas. Madrid: Secretaría Gral. de Educación, Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE).

Franco Mariscal, R.; Oliva Martínez, J.Mª. 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), 466-474.

Furió, C., Iturbe, J. y Reyes, J. (1995). ¿Cuánto contamina una central térmica que funciona con Fuel? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18-25.

Furió, C. y Ortiz, E. (1983). Persistencia de errores conceptuales en el equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, **1** (1), 15-20.

Gairin, J. y Sanmartí, N. (1998). *La evaluación institucional.* Buenos Aires. Ministerio Educación.

Gallardo-Gil, M.; Fernández-Navas, M.; Sepúlveda-Ruiz, Mª.P.; Serván, Mª.J.; Yus, R. y Barquín, J. (2010). PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias. RELIEVE, **16** (2), 1-17. Recuperado de: http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2_6.htm

(Consulta: 18/10/2015)

Gallardo Gil, M., Mayorga Fernández, MªJ. y Sierra Nieto, J.E. (2014). La competencia de 'conocimiento e interacción con el mundo físico y natural': Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **11** (2), 160-180. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/15973 (Consulta: 18/10/2015)

Garritz, A. (1996). *De educación, filosofía y tecnología. Algunas líneas troncales para la formación científica en el futuro*, Facultad de Química-Academia Mexicana de Ingeniería, México.

Garritz, A. (1998). Una Propuesta de estándares nacionales para la educación científica en el bachillerato. La corriente educativa Ciencia–Tecnología–Sociedad, *Ciencia. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, **49** (1), 27-34.

Garritz, A. (2010). La enseñanza de La ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, **28** (3), 315-26.

Gil- Escudero, G. (2001). *Conocimientos y destrezas para la vida: Primeros resultados del Proyecto PISA 2000: Resumen de resultados*. Madrid. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Gil-Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias,* **11** (2), pp. 197-212.

Gil, D. (1996). New trends in science education. *International Journal of Science Education, **18** (8), pp. 809-901.*

Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martíneztorregrosa, J., Guisasola, J., González, E. Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa De Carvalho, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, **17** (2), 311-320.

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el Proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)?. *Revista de Educación, extraordinario, **341**, 295-311.*

Gil-Montero, A., Simonet-Morales, M., Blanco-Montilla, G. y Oliva, J.M. (2012). Analysis of Preliminary Diagnostic Tests on New Students in Scientific Degrees: a Case Study. En. G. Rodríguez-Gómez (Presidencia), *The Need for Educational Research to Champion Freedom, Education and Development for All.* Comunicación presentada en European Conference On Educational Research (ECER), Cádiz, España.

Gorodetsky. M. y Gussarsky, E. (1986). Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as realed by different evaluation methods. *European Journal of Science Education*, **8**, 422-441.

Harlen, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias.* MEC-Morata. Madrid.

Harlen, W. (2002). Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OECD para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las Ciencias*, **20** (2), 209-216.

Hernández Hernández, F. (2006). El informe PISA: una oportunidad para replantear el sentido del aprender en la escuela secundaria. *Revista de Educación*, número extraordinario, 357-379.

Hierrezuelo, J. (2007). *Física y Química, 3º ESO*. Vélez Málaga. Elzevir.

Hodson, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work in School Science. *Studies in Science Education*, **22** (1), 85-142.

Hodson, D. (1996). Practical work and school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education,* **18** (7), pp.755-760.

Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation and evaluation. *Chemistry Education Research and Practice,* **5**, 247-264.

Hofstein A. y Lunetta V.N., (2004). The laboratory in science education: foundation for the 21st century. *Science Education*, **88** (1), 28-54.

ICFES (En línea). *Examen de Estado. Banco de preguntas de Química.* Ministerio de Educación de Colombia. Recuperado de: https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCMQFjAAahUKEwjByu_F78zIAhWDuBQKHb7mCOc&url=http%3A%2F%2Ffiles.wilmer-enriquez.webnode.com.co%2F200000035-ea629eb575%2FICFES-Qu%25C3%25ADmica.pdf&usg=AFQjCNGpPknduImqBMsMjN1P3mWgwmBPaw&bvm=bv.105454873,d.bGg

(Consulta: 19/10/2015)

Informe PISA 2006. (2008). *Competencias científicas para el mundo del mañana.* Madrid. Santillana.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society.* **92** (4/6), 115-136.

Jiménez Pérez, R. (2012). Ayer, hoy y mañana de la investigación en la enseñanza de las ciencias. En J.M. Castañeira (Ed.), *Actas de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp- 21-48. APICE- Universidad de Santiago de Compostela.

Jiménez Pérez, R. y Wamba Aguado, A.M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales?: Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, **17** (1), 113-131.

Johnstone, A.J., Macdonald, J.J. y Webb, G. (1977). Chemical equilibrium and its conceptual difficulties. *Education in Chemistry*, **14**,169-171.

Jorba, J. y Sanmarti, N. (1997). "La evaluación como instrumento para mejorar el proceso de aprendizaje en ciencias". En: Luis del Carmen (coordinador) *La*

Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria. Barcelona: ICE de la UBA/ HORSORI, Capítulo VI pp 155-199.

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education,* **24** (4), 369-387.

Keig, P.F. y Rubba, P.A. (1993). Traslations of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching,* **30**, 883-903.

Kozma, R.B. y Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: expert and novices responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching,* **20**, 117-129.

Krathwohl, D.R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice*, **41** (4), 212-264.

Laisner, F. (2000). Reússir la formation par competences. Montreal: Guérin.

Lau, K-C. (2009). A critical examination of PISA's assessment on scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **7**, 1061-1088.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching, **29**,* pp. 331-359.

Linn, M.C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, **24** (3), 191-216.

Martín del Pozo, R. M. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (40), 63-79.

Martín Izard, J.F. (2001). Enseñanza de procesos de pensamiento: metodología, metacognición y transferencias. *RELIEVE*, **7** (2). Recuperado de: www.uv.es/RELIEVE/v7n2/RELIEVEv7n2_2.htm (Consulta: 18/10/2015)

Martínez, C. (2012). Evaluar para aprender: el caso de la enseñanza de la ciencia. *Sembrando Ideas Revista Educativa,* nº **16**, 20-28.

Matus Leites, L., Perales Palacios, F. J., y Benarroch Benarroch, A. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, **26**, 153-176.

Mayós, C. (2003). Evaluación de las competencias básicas en Cataluña. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, **37**.*

Merino, C. e Izquierdo, M. (2011). Aportes a la modelización según el cambio químico. *Educación Química,* **22** (3), 212-223.

Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, **77**, 7-18.

Millar, R.; Osborne, J. y Nott, M. (1998). Science education for the future. *School Science Review*, **80**, 19-24.

Ministerio de Educación (2010). *Ciencias en PISA. Pruebas liberadas.* Madrid. Catálogo de publicaciones del Ministerio. Recuperado de: http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/ciencias-en-pisa-para-web.pdf?documentId=0901e72b8072f577 (Consulta: 18/10/2015)

Ministerio de Educación. (En línea) TIMSS 2011 *Preguntas liberadas de Ciencias 8º Grado*. Recuperado de: http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/recursos/pdf-web.timss-2011-preguntas-ciencias.pdf?documentId=0901e72b81b12ae1 (Consulta: 19/10/2015)

Morcillo Rubio, J.; Fernández González, M., y Carrión Pérez, V,E. (1998). *Química. Bachillerato LOGSE*. Madrid. Anaya.

Mulford D. R. y Robinson W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of Chemical Education*, **79**, 739-744.

Nakhleh, M.B.; Lowery, K.A. y Mirchell, R.C. (1996). Narrowing the gap between concepts and algorithms in freshman chemistry. *Journal of Chemical Education*, **73** (8), 758-762.

Nieda, J.; Cañas, A. y Martín-Díaz, Mª.J. (2004). *Actividades para evaluar Ciencias en Secundaria.* Madrid. Aprendizaje Antonio Machado Libros.

Novak, J.D. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca.

OCDE (2002). La definición y selección de competencias clave (DeSeCo). Resumen ejecutivo. Recuperado de: www.OECD.org/edu/statistics/deseco (Consulta: 18/10/2015)

OCDE (En línea). Programa PISA. Qué es y para qué sirve. Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (INECSE) Recuperado de: http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf (Consulta: 18/10/2015)

Olimpiadas de Química. Recuperado de: http://www.colegiodequimicos.org/as_olimpiada.php https://olimpiadasquimica.es (Consultas: 18/10/2015)

Oliva, J.Mª. (2004). *Cómo realizar y divulgar experiencias didácticas en el área de Ciencias de la Naturaleza.* Cádiz. Centro de Profesorado de Cádiz.

Oliva, J.Mª. y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en Primaria y Secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **2** (2), 241-250. Recuperado de http://hdl.handle.net/10498/16304 (Consulta: 19/10/2015)

Oliva, J.M. y Aragón, M.M. (2009a). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las Ciencias,* **27** (2), 195-208.

Oliva, J.M. y Aragón, M.M. (2009b). Aportaciones de las analogías al desarrollo del pensamiento modelizador de los alumnos en química". *Educación química*, **20** (1), pp. 41-54.

Oñorbe, A. (2008). Las pruebas de evaluación en Ciencias del proyecto PISA. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* **57**, 41-52. Citado en

Gallardo-Gil, M. et al. (2010). PISA and scientific competence: An analysis of the PISA tests in the Area of Science.

PED 2006/2007 (En línea) Marco teórico. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/mochiladigitalESO/comunes/ped_y_pisa/PED06-07_Marco_Teorico.pdf (Consulta: 21/10/2015)

PED 2008/2009 (En línea) Competencia básica en el conocimiento e interacción con el mundo físico y natural. 2º Educación Secundaria. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/educacion/agaeve/docs/Ciencias_SECUNDARIA_2008.pdf (Consulta: 21/10/2015)

Pedrinaci, E. (2003). Evaluación externa: un instrumento necesario. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **37**, 9-18.

Pedrinaci, E.; Caamaño, A.; Cañal, P. y Pro, A. (2012). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En Pedrinaci, E. (coord.). *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

Perales, F.J. (1996). La evaluación en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, **27**, 179-188.*

Pérez Juste, R. (2007). La evaluación externa y sus implicaciones. Aspectos técnicos, prácticos y éticos. *Avances en Supervisión Educativa*, 5. Recuperado de: http://www.adide.org/revista/index.php?option=com_content&task=view&id=197&Itemid=47 (Consulta: 19/10/2015)

Pintrich, P.R.; Marx, R.W. y Boyle, R. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, **63** (2), 167-199.

PISA 2012. (2014). *Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español*. *Resultados y contexto*. Gobierno de España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. Catálogo de publicación del ministerio mecd.gob.es.

Pontes, A., Vargas, L. A., y del Rey, R. (2010). Identidad profesional docente en aspirantes a profesorado de: enseñanza secundaria. *Psychology, Society and Education*, ***2*** (2), 131-142.

Porlán, R., Rivero, A. y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores (I): teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, ***15*** (2), 155-171.

Posner, G.; Strike, K.; Hewson, P. y Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, **66** (2), pp. 211-227*.

Prieto Ruz, T., Brero Peinado, V. y Blanco López, Á. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos. *Enseñanza de las Ciencias*, **20** (1), 3-14.

Prieto, T., y España, E. (2010). Educar para la sostenibilidad. Un problema del que podemos hacernos cargo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* ***7***, número extraordinario, 216-229. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/8936 (Consulta: 18/10/2015)

Pro, A. (2012). Hacia la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **70**, 5-8.

Puente Azcutia, J. (2008). PISA 2006: resultados españoles en Ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* **57**, 12-22.

Quílez, J.; Lorente, S.; Sendra, F.; Chorro, F. y Enciso, E. (1998). *Química 2º Bachillerato.* Valencia. Ecir.

Quílez Pardo, J. y Sanjosé López, V. (1995). Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. *Enseñanza de las Ciencias*, **13** (1), 72-80.

Reid, D.J. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Rocha, A.L., García-Rodeja, E. y Domínguez, J.M. (2000). Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. *Adaxe*, **16**, 163-178.

Rubio, R. (2003). El Proyecto TIMSS: evaluación de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, **37**.*

Rychen, D.S. y Tiana, A. (2004). *Developing Key Competencies in Education: Some Lessons From International And National Experiencie*. UNESCO Publishing/IBE, p-21.

Sadler, T.D. y Zeidler, D.L. (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education. *Journal of Research in Science Teaching,* **46** (8), 909-921.

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.

Sánchez Echave, J.Mª y García Crespo, F.J.(2013). El papel de las evaluaciones externas internacionales en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 3160-3168.

Sanmartí, N. (2003). Evaluación externa, por qué y para qué. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **37**, 9-18.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas claves. Evaluar para aprender*. Barcelona. Editorial Graó.

Sanmartí, N. y Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de Química. *Educación Química,* **15** (2), 120-128.

Skjong, R. y Wentworth, B. (2000). *Expert Judgement and risk perception*. Recuperado el 29 de septiembre de 2014, de http://research.dnv.com/skj/Papers/SkjWen.pdf (Consulta: 18/10/2015)

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.

Solbes, J. y Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, **14**, pp. 103-112.

Stamovlasis D., Tsaparlis G., Kamilatos C., Papaoikonomou D. y Zarotiadou E. (2005). Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: further evidence

from a national chemistry examination, *Chemistry Education Research and Practice*, **6**, 104-118.

Tamir, P. (1989). Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science education*, **73**, 1, 59-69.

Tamir, P. (1998). Assessment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes. En B.J. Fraser and K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, (pp. 761-789), London, Kluwer Academic Publishers.

Treagust, D. F., Chittleborough, G. y Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, **24** (4), 357–368.

Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J.A. y Massanero, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Cienc*ias, **4** (2). Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf (Consulta: 18/10/2015)

Vázquez Bernal, B.; Mellado Jiménez, V.; Jiménez Pérez, R. y Martos Carrasco, M. (2013). La evaluación como objeto de investigación: el caso de una profesora de química de enseñanza secundaria. *Educación* química, **24** (3), 335-342.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2010). ¿Cómo puede contribuir la educación a la construcción de un futuro sostenible? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **7**, número extraordinario, 297-315. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/8944 (Consulta: 18/10/2015)

Yarroch, W. (1985). Student understandinng of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, **22**, 449-456.

Zoller U., Lubezky A., Nakhleh M. B., Tessier B. y Dori Y. (1995). Success on algorithmic and LOCS vs. conceptual chemistry exam question. *Journal of Chemical Education*, **72**, 987-989.

Zoller, U. (2001). Alternative assessment as (critical) means of facilitating *HOCS*-promoting teaching and learning in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice in Europe,* **2** (1), 9-17.

ANEXOS

ANEXO I.- EJEMPLOS DE PRUEBAS PAU DE QUÍMICA

	UNIVERSIDADES DE ANDALUCÍA PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD	PLANES DE 1994 y DE 2002 QUÍMICA

Instrucciones:	
	a) Duración: 1 hora y 30 minutos.
	b) Elija y desarrolle una opción completa, sin mezclar cuestiones de ambas. Indique**, claramente**, la opción elegida.
	c) No es necesario copiar la pregunta, basta con poner su número.
	d) Se podrá responder a las preguntas en el orden que desee.
	e) Puntuación: Cuestiones (nº 1,2,3 y 4) hasta 1'5 puntos cada una. Problemas (nº 5 y 6) hasta 2 puntos cada uno.
	f) Exprese sólo las ideas que se piden. Se valorará positivamente la concreción en las respuestas y la capacidad de síntesis.
	g) Se podrán utilizar calculadoras que no sean programables.

OPCIÓN A

1.- Formule o nombre los compuestos siguientes: **a)** Sulfuro de potasio **b)** Ácido brómico **c)** Metilciclohexano **d)** $Bi(OH)_3$ **e)** NaH_2PO_4 **f)** $CH_2{=}CHCH{=}CHCH_3$

2.- La configuración electrónica de un átomo excitado de un elemento es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 5s^1$.

Razone cuáles de las afirmaciones siguientes son correctas y cuáles falsas para ese elemento:

a) Pertenece al grupo de los alcalinos.
b) Pertenece al periodo 5 del sistema periódico.
c) Tiene carácter metálico.

3.- De las siguientes especies químicas: H_3O^+; HCO_3^-; $CO_3^{=}$; H_2O; NH_3; NH_4^+, explique según la teoría de Brönsted-Lowry:

a) Cuáles pueden actuar sólo como ácido.
b) Cuáles sólo como base.
c) Cuáles como ácido y como base.

4.- Una bombona de butano (C_4H_{10}) contiene 12 kg de este gas. Para esta cantidad calcule:

a) El número de moles de butano.
b) El número de átomos de carbono y de hidrógeno.

Masas atómicas: C = 12; H = 1.

5.- Dada la siguiente reacción redox:

$$HCl + K_2Cr_2O_7 \longrightarrow CrCl_3 + KCl + Cl_2 + H_2O$$

a) Ajuste la reacción por el método del ion-electrón.
b) Calcule la molaridad de la disolución de HCl si cuando reaccionan 25 mL de la misma con exceso de $K_2Cr_2O_7$ producen 0'3 L de Cl_2 medidos en condiciones normales.

6.- La nitroglicerina, $C_3H_5(NO_3)_3$, se descompone según la reacción:

$$4\ C_3H_5(NO_3)_3(l) \longrightarrow 12\ CO_2(g) + 10\ H_2O(g) + O_2(g) + 6\ N_2(g) \quad \Delta H^o = -5700\ kJ, \text{ a } 25^oC.$$

a) Calcule la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina.
b) ¿Qué energía se desprende cuando se descomponen 100 g de nitroglicerina?

Datos: $\Delta H_f^o\ [CO_2(g)] = -393'5$ kJ/mol; $\Delta H_f^o\ [H_2O(g)] = -241'8$ kJ/mol.
Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16; N = 14.

OPCIÓN B

1.- Formule o nombre los compuestos siguientes: **a)** Cromato de plata **b)** Seleniuro de hidrógeno **c)** Ácido benzoico **d)** CaH_2 **e)** NO_2 **f)** CH_3CH_2OH

2.-En los siguientes compuestos: BCl_3, SiF_4 y $BeCl_2$.

a) Justifique la geometría de estas moléculas mediante la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

b) ¿Qué orbitales híbridos presenta el átomo central?

3.- Se ha comprobado experimentalmente que la reacción $2\ A + B \longrightarrow C$ es de primer orden respecto al reactivo A y de primer orden respecto al reactivo B.

a) Escriba la ecuación de velocidad.

b) ¿Cuál es el orden total de la reacción?

c) ¿Qué factores pueden modificar la velocidad de la reacción?

4.- Defina los siguientes conceptos y ponga un ejemplo de cada uno de ellos:

a) Isomería de función.

b) Isomería de posición.

c) Isomería óptica.

5.- Se disuelven 0'86 g de $Ba(OH)_2$ en la cantidad de agua necesaria para obtener 0'1 L de disolución.

Calcule:

a) Las concentraciones de las especies OH^- y Ba^{2+} en la disolución.

b) El pH de la disolución.

Masas atómicas: Ba = 137; O = 16; H = 1.

6.- En un recipiente de 10 litros a 800 K, se introducen 1 mol de CO(g) y 1 mol de H_2O(g).

Cuando se alcanza el equilibrio representado por la ecuación:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

el recipiente contiene 0'655 moles de CO_2 y 0'655 moles de H_2.

Calcule:

a) Las concentraciones de los cuatro gases en el equilibrio.

b) El valor de las constantes K_c y K_p para dicha reacción a 800 K.

Dato: $R = 0'082\ atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$.

UNIVERSIDADES DE ANDALUCÍA
PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

PLANES DE 1994 y DE 2002

QUÍMICA

Instrucciones:	**a) Duración: 1 hora y 30 minutos.**
	b) Elija y desarrolle una opción completa, sin mezclar cuestiones de ambas. Indique**, claramente**, la opción elegida.
	c) No es necesario copiar la pregunta, basta con poner su número.
	d) Se podrá responder a las preguntas en el orden que desee.
	e) Puntuación: Cuestiones (nº 1,2,3 y 4) hasta 1'5 puntos cada una. Problemas (nº 5 y 6) hasta 2 puntos cada uno.
	f) Exprese sólo las ideas que se piden. Se valorará positivamente la concreción en las respuestas y la capacidad de síntesis.
	g) Se podrán utilizar calculadoras que no sean programables.

OPCIÓN A

1.- Formule o nombre los compuestos siguientes: **a)** Fluoruro de hidrógeno **b)** Hidróxido de litio **c)** Nitrobenceno **d)** Na_2O_2 **e)** $Ni(ClO_3)_2$ **f)** $CH_2{=}CHCH{=}CH_2$

2.- Considere la serie de elementos: Li, Na, K, Rb y Cs.
- **a)** Defina Energía de ionización.
- **b)** Indique cómo varía la Energía de Ionización en la serie de los elementos citados.
- **c)** Explique cuál es el factor determinante de esta variación.

3.- Para el siguiente sistema en equilibrio: $SnO_2(s) + 2\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ H_2O(g) + Sn(s)$ el valor de la constante K_p a 900 K es 1'5 y a 1100 K es 10. Razone si para conseguir una mayor producción de estaño deberá:
- **a)** Aumentar la temperatura.
- **b)** Aumentar la presión.
- **c)** Adicionar un catalizador.

4.- Dados los compuestos orgánicos: CH_3CH_3; CH_3OH y $CH_2{=}CHCH_3$.
- **a)** Explique la solubilidad en agua de cada uno de ellos.
- **b)** Indique cuáles son hidrocarburos.
- **c)** ¿Puede experimentar alguno de ellos reacciones de adición? En tal caso, escriba una.

5.- El pH de una disolución de ácido acético (CH_3COOH) es 2'9. Calcule:
- **a)** La molaridad de la disolución.
- **b)** El grado de disociación del ácido acético en dicha disolución.

Datos: $K_a(CH_3COOH) = 1'8 \cdot 10^{-5}$.

6.- Se hacen reaccionar 200 g de piedra caliza que contiene un 60 % de carbonato de calcio con exceso de ácido clorhídrico, según:

$$CaCO_3 + 2\ HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

Calcule:
- **a)** Los gramos de cloruro de calcio obtenidos.
- **b)** El volumen de CO_2 medido a 17 ºC y a 740 mm de Hg.

Datos: $R = 0'082\ atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$. Masas atómicas: C = 12; O = 16; Cl = 35'5; Ca = 40.

OPCIÓN B

1.- Formule o nombre los compuestos siguientes: **a)** Nitrito de sodio **b)** Hidrogenocarbonato de potasio **c)** Ácido 2-hidroxibutanoico **d)** NH_4Cl **e)** SO_2 **f)** $(CH_3)_3N$

2.- En 10 g de $Fe_2(SO_4)_3$:
- **a)** ¿Cuántos moles hay de dicha sal?
- **b)** ¿Cuántos moles hay de iones sulfato?
- **c)** ¿Cuántos átomos hay de oxígeno?

Masas atómicas: Fe = 56 ; S = 32 ; O = 16.

3.-La notación de una pila electroquímica es: $Mg \mid Mg^{+2}\ (1M) \parallel Ag^{+}\ (1M) \mid Ag$
- **a)** Calcule el potencial estándar de la pila.
- **b)** Escriba y ajuste la ecuación química para la reacción que ocurre en la pila.
- **c)** Indique la polaridad de los electrodos.

Datos: $E^o(Ag^+/Ag) = 0'80V$; $E^o(Mg^{+2}/Mg) = -2'36V$

4.- **a)** El pH de una disolución de un ácido monoprótico (HA) de concentración $5 \cdot 10^{-3}$ M es 2'3. ¿Se trata de un ácido fuerte o débil? Razone su respuesta.
b) Razone si el pH de una disolución acuosa de CH_3COONa es mayor, menor o igual a 7.

5.- **a)** Calcule la entalpía de enlace H─Cl sabiendo que la energía de formación del HCl(g) es −92'4 kJ/mol y las de disociación del H_2 y Cl_2 son 436 kJ/mol y 244 kJ/mol, respectivamente.
b) ¿ Qué energía habrá que comunicar para disociar 20 g de HCl?
Masas atómicas: H = 1; Cl = 35'5.

6.- En un matraz de 2 litros se introducen 12 g de PCl_5 y se calienta hasta 300 ºC. Al establecerse el siguiente equilibrio de disociación:

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons Cl_2(g) + PCl_3(g)$$

la presión total de la mezcla es de 2'12 atm, a esa temperatura.
Calcule:
- **a)** El grado de disociación del PCl_5 en las condiciones señaladas.
- **b)** El valor de K_p a 300 ºC.

Datos: $R = 0'082\ atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$. Masas atómicas: P = 31; Cl = 35'5.

ANEXO II.- PREGUNTAS ALTERNATIVAS

En este anexo se ofrece, a modo de ejemplo, un repertorio de 50 preguntas que se podrían plantear en coherencia con buena parte de las categorías que encontramos desiertas o muy poco presentes en las PAU analizadas, a pesar de responder a criterios de enorme trascendencia hoy en la didáctica de las ciencias y aspectos importantes de la competencia científica. Se trata de aportar testimonio de la posibilidad de construir preguntas de este otro tipo, así como reivindicar su importancia para una evaluación integral del alumno favoreciendo que dichos aspectos sean tenidos en cuenta en cursos preuniversitarios en la enseñanza de las ciencias, en general, y de la química, en particular.

Razonamiento cualitativo en preguntas de estequiometría, termoquímica y equilibrio

Según observamos la mayoría de preguntas en los temas de estequiometría y termoquímica –también en parte en los de equilibrio químico y electroquímica- eran de naturaleza algorítmicas, lo que estimamos como una carencia. Se presentan aquí algunas cuestiones sobre estos temas que intentan evaluar el razonamiento cualitativo del alumno a través de preguntas "Conceptuales".

Ejemplo 1

Dada la siguiente reacción: $Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
Masa molar (g/mol): H= 1, Zn= 65, Cl= 35,5
Justifique si se puede afirmar que la ecuación anterior, cumple con la ley de la conservación de la materia porque:
a) El número de átomos de cada tipo en los productos es mayor que el número de átomos de cada tipo en los reactivos.
b) La masa de los productos es mayor que la masa de los reactivos.
c) El número de átomos de cada tipo en los reactivos es igual al número de átomos del mismo tipo en los productos.
d) El número de sustancias reaccionantes es igual al número de sustancias obtenidas.

(Adaptado de ICFES en línea)

Ejemplo 2

Responde a las siguientes cuestiones:
a) Calentamos el gas de un cilindro metálico vertical dotado de un pistón de 3 kN de peso y el pistón se desplaza 20 cm. Considerando que el calor absorbido por el gas ha sido de 40 J, calcule la variación de energía interna del gas.
b) ¿Qué significado físico tiene la energía interna de un sistema?
c) ¿Qué significa que la energía interna es una función de estado?
d) ¿Se puede determinar la energía interna de un sistema?
Razone la respuesta.

(Cataluña, selectividad 2007)

Ejemplo 3

a) Enunciar la ley de Hess. ¿Qué aplicación tiene esta ley?
b) Decir que una reacción A es más exotérmica que otra B, ¿significa que las entalpías de formación de los productos finales son en el caso A más negativas que en el B? Razonar la respuesta.

(Extremadura, selectividad 2006)

Ejemplo 4

El trióxido de azufre (SO_3) suele encontrarse en la atmósfera próxima a las zonas industriales como consecuencia de la oxidación del dióxido de azufre (SO_2), según el siguiente equilibrio:

$$2\ SO_2\ (g) + O_2\ (g) \leftrightarrow 2\ SO_3\ (g);\ \Delta H < 0$$

a) Explica razonadamente tres formas distintas de actuar sobre dicho equilibrio que favorezcan la formación del trióxido de azufre (SO_3).
b) Teniendo en cuenta que el dióxido de azufre (SO_2) y el trióxido de azufre (SO_3) son, entre otros, los gases responsables de la formación de la «lluvia ácida», explica en qué consiste dicho fenómeno y cuáles son sus efectos.

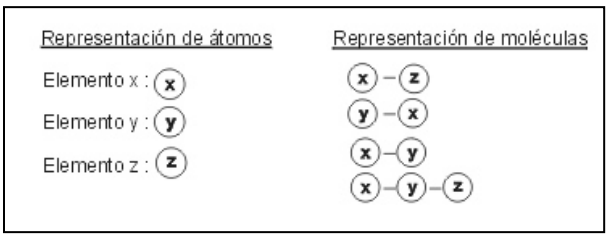
(Canarias, selectividad 2005)

Manejo de representaciones pictóricas a nivel molecular

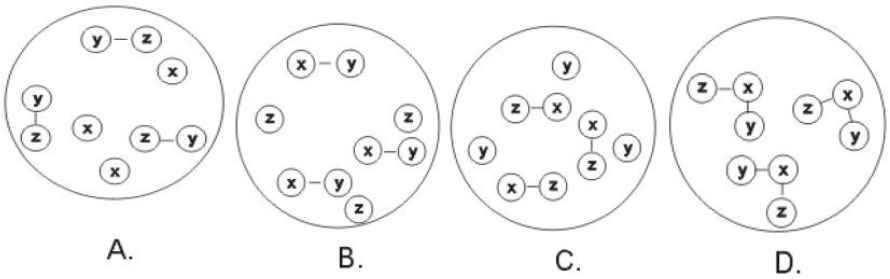
Otra de las carencias apreciadas fue la escasez de preguntas propuestas de tipo Conceptual que exigieran el manejo de representaciones pictóricas a nivel submicroscópico. Comentábamos que dichas preguntas servirían para indagar acerca del desempeño del alumno en tareas de modelización en química, un aspecto central hoy en la enseñanza de la química. A continuación se aportan algunos ejemplos de preguntas de esta naturaleza.

Ejemplo 5

A continuación se muestra la representación de los átomos de los elementos X, Y y Z y de las moléculas de los compuestos que posiblemente se pueden formar por la reacción entre estos elementos.



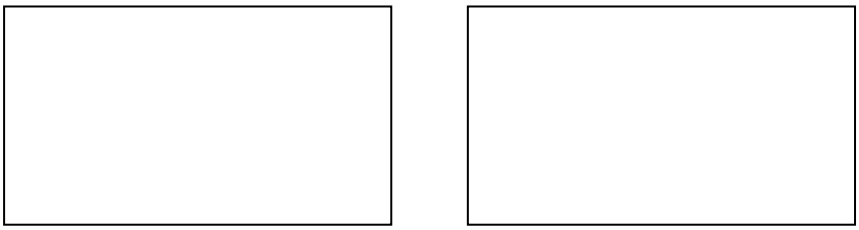
La siguiente ecuación representa una reacción química X(l) + YZ(l) → Y(l) + XZ(s). Indica de manera razonada cuál de las siguientes formas de representar los productos de esta reacción a nivel atómico es la correcta:



(Adaptado de ICFES, en línea)

Ejemplo 6

Sea el equilibrio químico $A_2(g)+B_2(g) <=> 2AB(g)$, cuya constante de equilibrio es a 25ºC y 1 atm $K_{eq}=1$. Supongamos que se introducen en un recipiente un número idéntico de de moléculas de A_2 y de B_2, y se espera a que se alcance el equilibrio. Representando los átomos de A con un punto y los de B con un círculo, dibuja el contenido del recipiente: a) inicialmente, b) cuando se llega al equilibrio. Nota: para poder hacer la representación considera solo cuatro moléculas iniciales para cada reactivo.

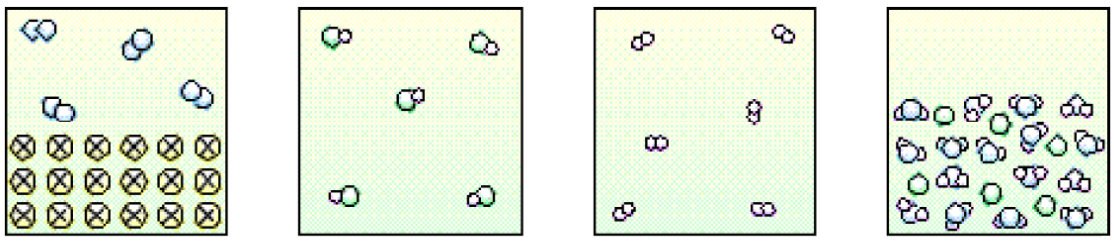


a b

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 7

Los cuatro dibujos siguientes representan la composición atómico-molecular del contenido de distintos recipientes:



a) Clasifica cada uno como mezcla, disolución, elemento o compuesto.
b) Indica el estado físico en el que se encuentra cada sustancia.
c) Asigna a cada tipo de átomo un símbolo y representa mediante fórmulas la composición de cada uno de ellos.

(Adaptación de Hierrezuelo, 2007)

Laboratorio

Como se ha podido apreciar en el capítulo 5, el profesorado, presta una escasa atención en sus clases a las prácticas de laboratorio, argumentándose en muchos casos la pobre presencia de preguntas de este tipo en las PAU. Y es que, en efecto, como pudo verse en el capítulo 4, las PAU abordan en muy pocas ocasiones preguntas que exijan el conocimiento del material básico de laboratorio o que evoquen el desarrollo de prácticas realizadas previamente en las clases de la asignatura de Química. Por ello, a continuación se ofrecen algunos ejemplos dirigidos a mostrar la posibilidad de reforzar estas facetas en las pruebas, como ya vienen haciendo algunas Comunidades Autónomas como la del Principado de Asturias.

Ejemplo 8

Se plantean una serie de problemas para cada uno de los cuales has de aportar las técnicas correspondientes a su resolución. Debes explicar el proceso a seguir e indicar los nombres de los instrumentos a emplear.

a) Se quiere calentar suavemente un recipiente que contiene sustancias que no deben ser sometidas a calentamientos locales.
b) Se desea separar el alcohol etílico que contiene una cierta cantidad de vino, del agua y de las pequeñas cantidades de otras sustancias disueltas que también contiene.
c) Se pretende obtener cristales puros de sulfato de cobre, a partir de polvo de la misma sustancia mezclado con otros sólidos insolubles.
d) Se trata de separar completamente dos líquidos inmiscibles contenidos en un frasco determinado.

(Adaptación de Calatayud et al., 1990)

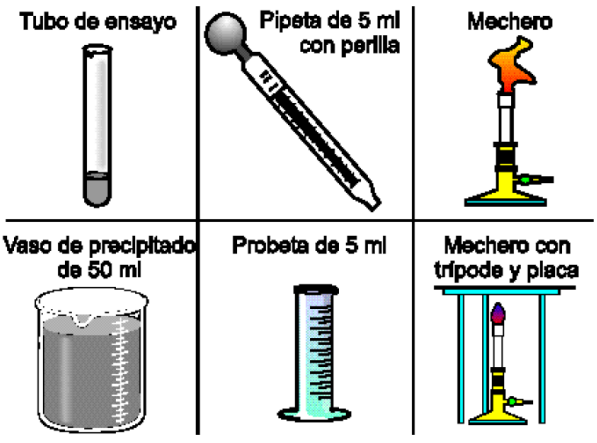
Ejemplo 9

Uno de los procedimientos para producir nitrobenceno en el laboratorio es el siguiente:

1. Mezclar en un tubo de ensayo 5 ml de benceno, 3 ml de ácido nítrico y 3 ml de ácido sulfúrico

2. En un baño de agua caliente, aumentar la temperatura de la mezcla hasta que expida un fuerte olor y en aquel momento, suspender el calentamiento.

En el laboratorio, un estudiante cuenta con los instrumentos que aparecen en el recuadro.



Indica cuáles de estos instrumentos serían imprescindibles para realizar la experiencia. Justifica la respuesta, tanto comentando por qué utilizas unos cómo por qué no utilizas los otros.

(Adaptado de ICFES, en línea)

Ejemplo 10

Se llevan a cabo en el laboratorio las reacciones químicas que se indican a continuación en proporciones estequiométricas, es decir, de modo que no sobre nada de ninguno de los reactivos participantes. Explica en cada caso cómo separarías los productos de las reacciones que resultan en cada una:

a) $HCl(ac) + NaOH(ac) \rightarrow NaCl(ac) + H_20\ (l)$
b) $2KI(ac) + Pb(NO_3)_2(ac) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(ac)$

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 11

¿Por qué para preparar una disolución de $AgNO_3$ hay que utilizar agua destilada y no agua del grifo?

(Extraído de Fernández González, 2004)

Planteamiento de problemas

Uno de los aspectos de la competencia científica que no tenían reflejo en las pruebas era el de planteamiento y formulación de problemas por parte de los alumnos, lo cual constituye una de las destrezas importantes dentro del ciclo de investigación científica. Siempre los problemas científicos objeto de análisis en las preguntas son planteados en los propios enunciados, con poco margen para que el alumnado sea capaz de participar en la delimitación y concreción del problema estudiado. No es fácil plantear preguntas de esta naturaleza, aunque sí es factible. Y prueba de ellos son las dos que se presentan, a modo de ejemplo, a continuación. Véase, por ejemplo, que en el tercer caso la pregunta del problema no se concreta suficientemente, siendo el alumno el que ha de reformularla en función de la cantidad de SO_2 que se produce.

Ejemplo 12

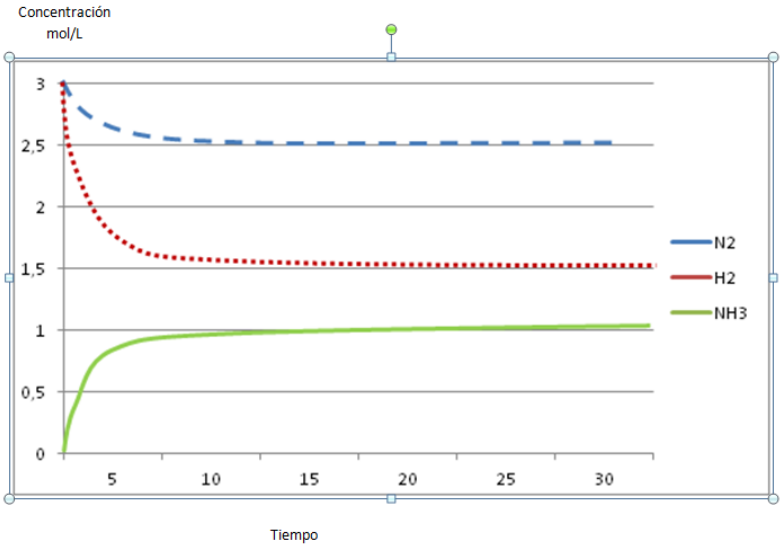
Un cocinero que trabaja muy a menudo con zumo de limón está pensando en cambiar su cocina y duda entre elegirla de un plástico o de mármol.

¿Qué problema podría tener si eliges una de mármol?

(PAU de la Comunidad Balear, en línea)

Ejemplo 13

El gráfico adjunto representa la variación de las concentraciones de las sustancias que intervienen en una reacción química hasta que llega el equilibrio.



A partir de este gráfico, enuncia al menos una cuestión, que se podría resolver cualitativamente, y un problema que se podría plantear para realizar cálculos. Resuelve ambos.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 14

¿Cuánto contaminará una central térmica que quema al día 4000 toneladas de carbón que contiene un 1,2% de azufre?

(Inspirada en Furió, Iturbe y Reyes, 1995)

Contextualización en situaciones próximas de la vida diaria

Otra de las carencias esenciales de las PAU es la presentación de preguntas formales en el contexto de situaciones reales de la vida cotidiana. Dicha faceta es considerada hoy esencial, como forma de implicar al alumnado en el estudio de la química percibiéndola como algo presente en nuestras vidas y de gran trascendencia en el mundo actual. En este sentido, hemos podido comprobar que algunas Comunidades Autónoma como la Balear, incluyen desde hace tiempo preguntas de este tipo en sus PAU.

Ejemplo 15

El monóxido de carbono (CO) inhalado reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a las células. Cuando la concentración alcanza el valor de 2,38 10^{-4} g/L, resulta mortal. Calcula el número de moléculas de CO que debe expulsar el tubo de escape de un automóvil para que alcance la concentración letal en el interior de un

garaje del tamaño de una pequeña habitación. Estima las magnitudes que necesites, justificando la elección.

Masas atómicas (uma): C= 12, O= 16

(Adaptado de Agustench et al., 2002)

Ejemplo 16

La reacción que tiene lugar en la mezcla de crema tártara y bicarbonato de sodio que se cita en recetas de cocina es:

$KHC_4H_4O_6 + NaHCO_3 \rightarrow KNaC_4H_4O_6 + H_2O + CO_2$

crema tártara: tartrato ácido de potasio — bicarbonato de sodio

Una receta recomienda dos cucharaditas de crema tártara (8,0 g). ¿Cuánto bicarbonato sódico debe añadirse para que ambas sustancias reaccionen completamente?

Masas atómicas (uma): H= 1, C= 12, O= 16, Na= 23, K= 39,1

(Extraído de Butler y Grosser, 1979)

Ejemplo 17

El pH del líquido estomacal humano es aproximadamente 1. Esto se debe al HCl secretado por miles de células en la pared del estómago. La función principal de este ácido en el estómago es suprimir el crecimiento de bacterias y ayudar a la digestión de ciertos alimentos. Cuando se come demasiado y el estómago se dilata, o cuando se irrita porque el alimento está muy condimentado, parte de su contenido ácido puede llegar en el esófago, lo que produce una sensación de ardor llamada acidez.

a) Explica por qué el bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y el hidróxido de aluminio se pueden utilizar como antiácidos.

b) Alguno de los antiácidos mencionados puede provocar que la persona eructe, ¿cuál es la razón?

(PAU de la Comunidad Balear, en línea)

Ejemplo 18

Todas las bebidas carbónicas contienen ácido carbónico disuelto en agua en equilibrio químico con dióxido de carbono (g) según la reacción:

$$H_2CO_3\ (aq) \leftrightarrow H_2O\ (l) + CO_2\ (g)$$

a) Explica que cuando se abra una botella de refresco se producen más burbujas de gas. b) Estas bebidas suelen consumirse frías, para ser más refrescantes y evitar la pérdida de dióxido de carbono.

Razonar si la anterior reacción es endotérmica o exotérmica.

(PAU de la Comunidad Balear, en línea)

Diseño de experimentos

Si poco espacio se dedica en las PAU a las prácticas de laboratorio, menos aún, o nada, se dedica a al diseño de experimentos por parte de los alumnos. Esta destreza constituye un aspecto esencial de la actividad científica, no suficientemente valorado en la enseñanza habitual. En este apartado ofrecemos algunos ejemplos de preguntas orientadas a evaluar esta destreza. No se trata de implicar a los alumnos en la resolución de tareas excesivamente compleja, pero sí de aportar ocasiones para poner a prueba la capacidad del alumno para elaborar estrategias que no se limiten al mero recuerdo de algo previamente aprendido.

Ejemplo 19

Como sabemos, una de las características de los ácidos es que reaccionan con los metales formando una sal e hidrógeno. Por ejemplo, si introducimos un trozo de cinc en ácido clorhídrico, esté reacciona con el ácido hasta disolverse por completo. Queremos realizar un experimento para comprobar el posible efecto de la temperatura en la velocidad de reacción de cinc con ácido clorhídrico.

1.- Escribe y ajusta la ecuación de la reacción que tiene lugar.

2.- Según lo estudiado, formula una hipótesis acerca de cómo influye la concentración de ácido en la velocidad de reacción con cinc. Razona la respuesta.

3.- Diseña algún experimento para comprobar dicha hipótesis. Descríbelo especificando incluso qué materiales necesitarías.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 20

La tabla indica algunas propiedades físicas de 4 sustancias a 25ºC y 1 atmósfera de presión:

SUSTANCIA	Temperatura de fusión (ºC)	Temperatura de descomposición (ºC)	Sublima a (ºC)	SOLUBILIDAD	
				EN ACETONA	EN BENCENO
L	80	130	---	SI	SI
Q	110	140	---	NO	SI
R	---	110	70	NO	SI
P	---	115	90	SI	NO

Disponemos en un recipiente de una mezcla de las cuatro sustancias. Diseña una secuencia de pasos para separar las cuatro sustancias.

(Adaptado de ICFES, en línea)

Ejemplo 21

Utilizando las siguientes reacciones se puede describir cómo obtener un alcano a partir de un alquino.

1. $2R\text{-}Cl + 2Na \longrightarrow R - R + 2NaCl$ (síntesis de Wurtz)
2. $R - HC \equiv CH + H_2 \longrightarrow R - CH_2 - CH_3$ (hidrogenación)
3. $R - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} R - CH_2Cl + HCl$ (halogenación)

Señala el orden correcto en el que se deben llevar a cabo las reacciones para obtener butano a partir de etino.

(Adaptado de ICFES, en línea)

Ejemplo 22

Se pretende estudiar la conductividad de una disolución acuosa de permanganato de potasio.
a) Dibuja un esquema del dispositivo experimental que permita realizar el estudio, indicando los materiales a usar.
b) Explica el procedimiento a seguir y las observaciones realizadas.

(Asturias, selectividad 2010)

Análisis, síntesis y comunicación de información

Otro de los aspectos no valorados en las PAU es la capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información. Aunque la destreza de búsqueda queda fuera del alcance de las posibilidades de una prueba escrita, sí parece factible el planteamiento de preguntas en las que se aporte ya cierta información que el alumno tenga de analizar para sintetizar una respuesta a una pregunta formulada y comunicar su resultado. A continuación ofrecen algunos ejemplos de preguntas que ilustran la evaluación de dicha destreza.

Ejemplo 23

En la tabla se muestran las electronegatividades de algunos elementos

Elemento	Li	Na	Be	O	F	Br
Electronegatividad	1,0	0,8	1,5	3,5	4,0	2,8

Indica razonadamente cuál de los siguientes compuestos aumenta la conductividad del agua en mayor proporción en solución acuosa diluida:

A. NaF B. BeO C. LiF D. NaBr

(Adaptado de ICFES en línea)

Ejemplo 24

En la siguiente tabla se recogen las propiedades características de tres sustancias sólidas (X, Y Z) a la temperatura ordinaria. Señalar justificadamente cuál de ellas puede considerarse un compuesto iónico, cuál un metal, y cuál un compuesto covalente molecular:

	X	**Y**	**Z**
Punto de fusión	808 ºC	80 ºC	1083 ºC
Solubilidad en agua	Sí	No	No
Solubilidad en benceno	No	Sí	No
Conductividad eléctrica en estado sólido	No	No	Sí
Conductividad eléctrica en disolución acuosa o fundido	Sí	No	Sí

(Adaptación de Calatayud et al., 1990)

Ejemplo 25

Consideremos la reacción A+B→ C. A continuación se señalan algunos resultados experimentales que dan las concentraciones iniciales de los reactivos y las velocidades iniciales en distintos experimentos:

	Concentraciones iniciales		Velocidad inicial
	$[A]_0$	$[B]_0$	(moles litro^{-1} min^{-1}
(a)	1,0	1,0	0,15
(b)	2,0	1,0	0,30
(c)	3,0	1,0	0,45
(d)	1,0	2,0	0,15
(e)	1,0	3,0	0,15

¿Cuál es la expresión de la velocidad?

(Extraído de Butler y Grosser, 1979)

Estimaciones/aproximaciones

A pesar que la realización de aproximaciones en situaciones complejas resulta una actividad común en la labor científica, tampoco dicha faceta de la competencia científica es evaluada en las PAU. A menudo, sin embargo, de manera implícita, el alumnado realiza inferencias y cálculos llevando a cabo aproximaciones de las que no toma conciencia, lo que acarrea el riesgo de una generalización indiscriminada de los procedimientos aprendidos y de desvirtuar la naturaleza del trabajo científico. Por otro lado, las estimaciones constituyen también una destreza esencial en la actividad científica y en el aprendizaje del alumnado que, no obstante, también aparece ausente

en las PAU. Hemos de reconocer que no es sencillo idear preguntas de esta naturaleza, pero el hecho de que a continuación se presenten algunas en esa línea, indica que dicha tarea es factible.

Ejemplo 26

Se añaden diez gotas de una disolución 0,1 M de ácido clorhídrico en un litro de agua.

a) Determina de forma aproximada el pH de la disolución resultante.
b) Detalla y justifica todas aquellas estimaciones y aproximaciones que hayas realizado para realizar los cálculos.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 27

El ácido desoxirribonucleico (ADN) es el compuesto químico responsable del proceso de la herencia. En una muestra de ADN se encuentra que la densidad es 1,1 $g \cdot cm^{-3}$ y su masa molecular se calcula en $6{,}0 \cdot 10^{8}$. Estima el volumen promedio ocupado por una molécula de ADN. Justifica qué aproximación has tenido que realizar para realizar los cálculos.

(Extraído de Butler y Grosser, 1979)

Ejemplo 28

El monóxido de carbono (CO) inhalado reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a las células. Cuando la concentración alcanza el valor de 2,38 10^{-4} g/L, resulta mortal. Calcula el número de moléculas de CO que debe expulsar el tubo de escape de un automóvil para que alcance la concentración letal en el interior de un garaje del tamaño de una pequeña habitación. Estima las magnitudes que necesites, justificando la elección.
Masas atómicas (uma): C= 12, O= 16

(Adaptado de Agustench et al., 2002)

Ejemplo 29

En 1829, Johan Döbereiner observó que varios grupos de tres elementos (*triadas*) tenían propiedades químicas semejantes. Además, en cada caso la masa atómica de un elemento de la triada era casi la media aritmética de los pesos atómicos de los otros dos. A continuación se incluye una serie de elementos, con sus respectivas masas atómicas, entre los que has de reconocer razonadamente una triada de Döbereiner:

Masas atómicas (uma):
Li= 7, Na= 23, S= 32, K= 39, Ca= 40, Se= 79, Sr= 88, Te= 127, Ba= 137

(Extraído de Butler y Grosser, 1979)

Utilidad e importancia de la química para nuestras vidas y en el mundo actual

Sin duda, esta constituye una de las facetas más difíciles de evaluar del desempeño del alumnado, ya que actitudes y valores son constructos complejos que no son sencillos de analizar a través de un conocimiento explícito y verbal. Sin embargo, pensamos que sí es posible hacer intentos de aproximación a la evaluación de esta faceta, ya sea directamente, o de una manera indirecta a través de preguntas que relacionen los contenidos con la vida diaria –ver ejemplos 15 a 18- o en conexión con el tema de "Aproximación al trabajo científico, ciencia, tecnología y sociedad". En este sentido, muchas de las preguntas que planteamos en los apartados de "Contextualización en situaciones próximas a la vida diaria" o de "Química, industria y sociedad", podrían también ser coherentes con este apartado.

Ejemplo 30

Señala y explica, detalladamente, al menos tres razones que justifiquen la importancia del conocimiento en torno al tema de ácidos y bases en el mundo actual.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 31

Argumenta la utilidad de los modelos y de las leyes experimentales en el estudio de la química.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 32

Indica y explica tres aplicaciones en el mundo actual del conocimiento sobre electroquímica.

(Pregunta de producción propia)

Naturaleza empírica de los hechos y racionalidad de las teorías

Valorar las diferencias entre la naturaleza del conocimiento científico y otras facetas humanas, constituye, a nuestro modo de ver, uno de los aspectos más importantes de la competencia científica que los alumnos deberían desarrollar en sus estudios preuniversitarios. En este sentido, es importante que los alumnos asuman las señas de identidad de la ciencia y de sus métodos, y sepa diferenciar, dentro de ella, distintos elementos del trabajo científico: hipótesis, teorías y modelos, hechos experimentales, etc. Sin embargo, todo ello forma parte de un tema del currículo del bachillerato sobre el que nada se pregunta en las PAU, concretamente del tema de Aproximación al trabajo científico, ciencia, tecnología y sociedad (T1). A continuación se aportan ejemplos que muestran que también es posible indagar en esta dirección.

Ejemplo 33

Para cada una de las siguientes frases, razona cuáles describen fenómenos y cuáles utilizan modelos teóricos, especificando en este caso cuáles:

a) Los sólidos se dilatan al calentarse

b) Las sustancias puras están formadas por un solo tipo de moléculas

c) En los cambios químicos unas moléculas se rompen y otras se forman a partir de nuevas agrupaciones de átomos.

d) Los elementos son sustancias que no pueden transformarse en otras más sencillas ni por medios físicos ni químicos.

(Adaptado de Nieda et al., 2004).

Ejemplo 34

Explicar brevemente la importancia que tuvo en su momento la hipótesis de Avogadro en el desarrollo de la química. ¿Sigue siendo hoy una hipótesis o deberíamos considerarla más bien una ley? Razónalo.

(Adaptación de Esteban y Navarro, 1991 y de Morcillo Rubio, Fernández González y Carrión Pérez, 1998)

Ejemplo 35

En el siguiente relato histórico mostrar, sobre la actuación de Lavoisier, distintas fases del ciclo de investigación científica.

Todavía a principios del siglo XVIII quedaban en la ciencia reliquias de la alquimia. El mismo Newton, al observar que tras el calentamiento prolongado de agua se formaba un residuo sólido en el fondo del recipiente, llegó a mantener que el agua podría transformarse en tierra ("La Naturaleza parece complacerse con transmutaciones"). En 1770, Lavoisier acabó con la antigua creencia. Experimentando con recipientes perfectamente limpios, demostró que la cantidad de materia sólida hallada en una masa de agua calentada durante 101 días procedía de la vasija, y que el agua en sí no había sufrido cambio alguno, siendo su peso igual al que tenía inicialmente.

(Adaptación de Morcillo Rubio, Fernández González y Carrión Pérez, 1998)

Limitaciones y naturaleza cambiante del conocimiento en química

Como tuvimos ocasión de ver en el capítulo 4, los temas relacionados con la naturaleza de la ciencia fueron algunos de los grandes ausentes en las PAU, dentro del capítulo de actitudes y valores en química. Sin embargo, hoy día, dicha temática es considerada esencial en un currículo de ciencias equilibrado, entrando de lleno, además, en el tema curricular T1 de Aproximación al trabajo científico, ciencia, tecnología y sociedad. Aspectos como el carácter aproximativo y limitado de la ciencia, y su carácter cambiante y evolutivo, son aspectos sobre los que el alumnado debería saber argumentar y debatir. Por ello, a continuación de aportan algunas preguntas de este

tipo al objeto de mostrar que es posible evaluar aspectos de esta clase que integran la competencia científica. Podrá verse que preguntas de esta clase constituye un magnífico caldo de cultivo para el planteamiento de cuestiones relacionadas con la historia de la química, temática abordada también transversalmente en otras preguntas del repertorio que ofrecemos, como la 29 o la 34.

Ejemplo 36

La aportación más importante, sin duda, del químico inglés John Dalton (1766-1844) fue el desarrollo de su teoría atómica.

a) Describe las bases de dicha teoría y su papel para explicar las diferencias entre un elemento y un compuesto químico, o en qué consiste una reacción química.
b) Indica razonadamente al menos dos leyes experimentales que sirvieran en su momento para contrastar dicha teoría.
c) Expresa y explica algunas limitaciones de dicha teoría visto desde el momento actual.

(Pregunta de producción propia)

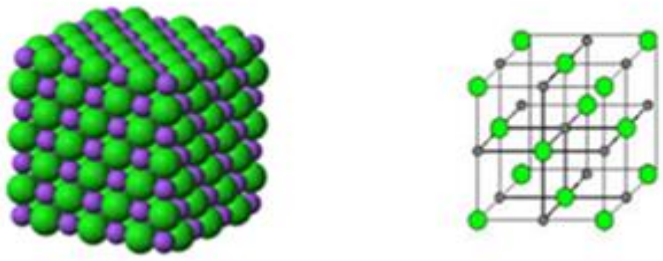
Ejemplo 37

Realiza una revisión de distintos modelos o teorías desarrolladas a lo largo de la historia sobre las nociones de ácido y base aclarando en cada una en qué difiere de las anteriores.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 38

En los libros de texto suelen aparecer representaciones mediante dibujos para interpretar la composición y estructura de las sustancias. Por ejemplo, en un cierto libro de texto aparecen las dos siguientes para el cloruro sódico (NaCl):



Explica el tipo de enlace que interviene justificando qué significan las “esferas” y las “líneas” que aparecen en los dibujos. Comenta qué hace que todo esté unido y no se separen las “esferas”.
Indica por qué en un caso las “esferas” aparecen tan juntas y en el otro, tan separadas: ¿es que alguna de las dos representaciones es errónea?

(Pregunta de producción propia)

El rigor y la precisión en química

A pesar de que la Química, como toda ciencia experimental, no es exacta, dado que los modelos y teorías tienen sus límites y no son copias literales de la realidad, ello no es óbice para que, como principio básico, se enfoque desde planteamientos de rigor. De ahí que sea importante valorar esta cualidad de la ciencia, en general, y de la química, en particular, así como disponer de destrezas que posibiliten el rigor en el trabajo teórico y experimental y permitan estimar y, en su caso, evitar, los errores e imprecisiones en las medidas. También no encontramos con que este aspecto estaba totalmente ausente de la tipología de preguntas planteadas en las PAU, lo que nos ha llevado al diseño de algunas de ellas al objeto de ilustrar sus posibilidades.

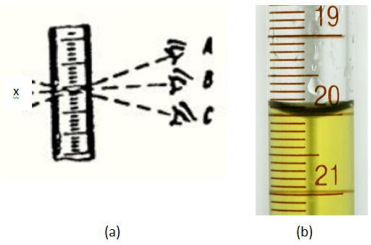
Ejemplo 39

Un método comercial para limpiar patatas consiste en agitarlas con una disolución de NaOH del 10-20% a 60-88ºC durante 1-5 min y quitar la piel una vez que las patatas se han sacado de la disolución. Para determinar si la disolución de NaOH es todavía útil para la limpieza después de un día de uso, un comerciante valora una muestra de 10,0 mL hasta neutralizarla con 64,0 mL de una disolución de H_2SO_4 0,200 molar. ¿Sigue siendo útil la disolución de NaOH? Justifícalo realizando los cálculos necesarios.

(Adaptación de Butler y Grosser, 1979)

Ejemplo 40

En el dibujo (a), el punto x indica el nivel de líquido en una probeta, y los puntos A, B y C distintas posiciones posibles del ojo del experimentador a la hora de medir. En el dibujo B se expresa una imagen más detallada de la medida.



(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 41

Un aspecto importante en la ciencia, en general, y en química, en particular, es estimar la precisión y exactitud de las medidas. Responde a las siguientes cuestiones relacionados con ello:

a) Si 30 g de una sustancia se pasa a kg, ¿sería del todo correcto decir que dicha cantidad equivale a 0,03 Kg? Justifícalo.
b) Si al calcular el número de moléculas contendías en cierta cantidad en gramos de una sustancia, redondeamos el valor del número de Avogadro a $6 \cdot 10^{23}$, determinar el error relativo que cometeríamos. ($N_A = 6{,}023 \cdot 10^{23}$).
c) ¿Sería lo más correcto emplear una probeta para coger, justamente, 5 mL de una disolución de ácido clorhídrico?

(Pregunta de producción propia)

Normas básicas y riesgos en el trabajo de laboratorio

Al igual que las facetas relacionadas con las prácticas de laboratorio y el diseño de experimentos, también los aspectos relativos a las normas básicas y riesgos en el trabajo de laboratorio quedaron ausentes en las PAU. A continuación se aportan algunas preguntas en esta línea que podrían integrarse en las futuras pruebas de acceso. Como se podrá comprobar, la sensibilidad del alumno para valorar riesgos no se evalúa directamente, sino a través de sus conocimientos en torno a un adecuado cumplimiento de las normas y como forma de eludir los riesgos implicados.

Ejemplo 42

Explica qué significan cada uno de los siguientes símbolos que nos podemos encontrar en el laboratorio?

a)

b)

c)

d)

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 43

Indica cómo operarías en cada una de las siguientes circunstancias que se pueden dar en un laboratorio de química.

a) Deseas escoger 10 mL de ácido clorhídrico de una botella de 1 L de este ácido al 35%.
b) Tienes ácido sulfúrico concentrado que has de diluir con agua.
c) Te ha caído ácido en la mano.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 44

Explicar qué hacer en los siguientes casos de accidente:

a) Fuego en el laboratorio.

b) Pequeña quemadura producida por tocar un material caliente como una placa calefactora.

c) Derrame de un producto químico corrosivo sobre la piel.

(Pregunta de producción propia)

Química, industria y sociedad

Otra manera de ofrecer una química en contexto -esto es, de manera que pueda valorarse su importancia en nuestras vidas y en el mundo actual- es a través de su papel en la industria y sus aportaciones a la sociedad. Estos aspectos, que también entrarían de lleno dentro de la dimensión de actitudes y valores en química, también formarían parte del tema transversal de Aproximación al trabajo científico (T1). Como tuvimos ocasión de comprobar, tampoco las pruebas PAU parecen sensibles a este tipo de temáticas. A continuación se ofrecen algunos ejemplos de preguntas que intentar incorporar esta faceta.

Ejemplo 45

El abono de una cierta tierra de labor exige anualmente 320 Kg de nitrato de amonio. Se ha decidido emplear en su lugar sulfato de amonio. ¿Cuántos kg de este último fertilizante se deben utilizar para no modificar la aportación de nitrógeno al suelo?

(Extraído de Quílez et al., 1998)

Ejemplo 46

Una forma sencilla de representar el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas es el siguiente: $6\ CO_2 + 6\ H_20 + luz \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$

Donde la fórmula $C_6H_{12}O_6$ representa los carbohidratos que necesita la planta para crecer.

Un granjero quiere aumentar su cosecha de tomate buscando la máxima rentabilidad. Revisa el fenómeno de fotosíntesis e intenta diseñar algún procedimiento para que el granjero pueda aumentar su producción de tomates.

(Pregunta de producción propia)

Química y medio ambiente

Para finalizar, y en una línea de continuidad con el apartado anterior, hemos reservado un apartado específico a las preguntas sobre medio ambiente y sostenibilidad, en donde la química juega un papel importante a pesar de que desde las preguntas de las PAU no se contemple esta faceta.

Ejemplo 47

Los volcanes emiten gran cantidad de sulfuro de hidrógeno, un gas que reacciona con el oxígeno del aire, formándose agua y dióxido de azufre. Según las estimaciones, el volcán Etna, por ejemplo, es capaz de emitir más de 500 toneladas diarias de sulfuro de hidrógeno.

a) Formula y ajustar la reacción que tiene lugar.
b) Explica el efecto contaminante que origina el volcán en sus alrededores desde el punto de vista de la lluvia ácida que origina.
c) Calcula las toneladas de oxígeno que se combinan con esa cantidad de sulfuro de hidrógeno.
d) Determina las toneladas de dióxido de azufre que se forman.

Masas atómicas (uma): H= 1, O= 16, S= 32

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 48

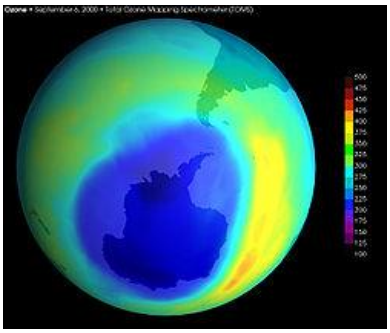
Explica de manera escueta los siguientes fenómenos relacionados con el deterioro del medio ambiente:

a) La lluvia ácida.
b) El efecto de calentamiento global por emisión de gases de efecto invernadero.
c) Destrucción de la capa de ozono.

(Pregunta de producción propia)

Ejemplo 49

Según estudios recientes, en algunas partes del mundo la capa de ozono ha aumentado ligeramente en los últimos años, aunque todavía está muy por debajo de los niveles normales. Los resultados se obtienen 18 años después de que un acuerdo internacional, el Protocolo de Montreal, estableció limitar la producción de agentes químicos que se había determinado eran perjudiciales para la capa de ozono.



a) Escribe la reacción de equilibrio de formación del ozono a partir del oxígeno. Si la reacción de formación es un proceso endotérmico, ¿cómo afectará un aumento de la temperatura? b) ¿Cómo actúa el ozono de la estratosfera respecto a los seres vivos?

(PAU de la Comunidad Balear, en línea)

Ejemplo 50

En las centrales térmicas se utiliza carbón, derivados del petróleo o gas natural.
Comparamos la producción de energía a partir de 2 combustibles diferentes: el carbono (componente fundamental del carbón), y el metano (componente fundamental del gas natural).
A partir de los datos de la entalpía de combustión de cada uno de estos compuestos, razona cuál es el combustible, por unidad de masa, que resulta más eficiente desde el punto de vista energético y cuál, el que tiene menores consecuencias en el efecto invernadero.
ΔH_o combustión (carbono) = -393,51 kJ/mol
ΔH_o combustión (metano) = -890,36 kJ/mol

(PAU de la Comunidad Balear, en línea)

ANEXO III.- CUESTIONARIO DE OPINIONES DEL PROFESORADO

https://docs.google.com/a/maesuca.mygbiz.com/forms/d/15hphyU8h0cmVOEz6HXy1lbxQyFrbLwzXDBOUHFjTbqY/viewform

Nos interesa saber cómo crees que repercute las pruebas de Selectividad en las clases de 2º de Bachillerato y en la actitud de los alumnos hacia la asignatura y su aprendizaje.

Primero rellena unos datos, y a continuación valora tu grado de acuerdo o certeza respecto a las afirmaciones que se muestran, según la siguiente clave:

1.- Totalmente al contrario.
2.- Más bien al contrario.
3.- Indeciso.
4.- Más bien cierto.
5.- Totalmente cierto.

En tu opinión, la Selectividad influye en que ...

*Obligatorio

Años de experiencia docente *

Nombre del Centro en el que imparte clase actualmente *

Localidad *

Asignatura de 2º de Bachillerato que imparte actualmente *

Asignaturas de 2º de Bachillerato que haya impartido en cursos anteriores *

1.- En tu opinión, la Selectividad influye en que ... 1.- Se aborden más contenidos en clase de los que probablemente desearía como profesor. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2.- Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3.- Haya más detenimiento en los contenidos más complejos y difíciles. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audivisuales (vídeos) *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

8.- Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores. *

1 2 3 4 5

11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato. *

1 2 3 4 5

12.- El alumnado se interese menos por las class de ciencias que en cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

13.- El alumnado se sienta más motivado a esforzarse y a dedicar tiempo necesario al estudio. *

1 2 3 4 5

14.- El alumnado ponga más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

15.- El alumnado dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica. *

1 2 3 4 5

16.- El alumnado dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros. *

1 2 3 4 5

17.- El alumnado dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

18.- El alumnado se preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados. *

1 2 3 4 5

19.- Se otorgue más importancia en la evaluación al trabajo del alumno. *

1 2 3 4 5

20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos. *

1 2 3 4 5

21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes. *

1 2 3 4 5

22.- Aumente el número de pruebas, controles y exámenes respecto a cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de
Formularios de Google

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.
Informar sobre abusos - Condiciones del servicio - Otros términos

ANEXO IV.- CUESTIONARIO DE OPINIONES DEL ALUMNADO

https://docs.google.com/a/maesuca.mygbiz.com/forms/d/1ThIyxQIC258WzN8HLhf-nV_NrjRgRt5aSsP95QgYyXA/viewform

CUESTIONARIO ALUMNADO SOBRE SELECTIVIDAD

Como bien sabes al final de este curso tendrás que realizar las pruebas de Selectividad. Nos interesa saber cómo crees que repercute en las clases y en tu actitud hacia la asignatura.

Valora tu grado de acuerdo o certeza respecto a las siguientes afirmaciones, según la siguiente clave:

1.- Totalmente al contrario.
2.- Más bien al contrario.
3.- Indeciso.
4.- Más bien cierto.
5.- Totalmente cierto.

En tu opinión, la Selectividad influye en que...
*Obligatorio

1.-Se aborden más contenidos en clase de los que probablemente desearía el profesor. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2.-Se planteen ritmos de clases más lentos de lo habitual. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3.- Haya más detenimiento en los contenidos más complejos y difíciles. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4.- Se realicen prácticas de laboratorio con mayor asiduidad. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5.- Se empleen más escasamente en clase ordenadores y otros medios audivisuales (vídeos) *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

6.- Se recurra a metodologías de enseñanza más novedosas y motivadoras. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7.- Las clases sean menos participativas de lo habitual. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

8.-Se realicen en clase más actividades, ejercicios, etc. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

9.- Se dedique en clase menos tiempo a temas científicos de actualidad. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

10.- Se relacione más la ciencia con la vida cotidiana que en años anteriores. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

11.- Se incluyan más aspectos sobre historia de las ciencias que en la ESO o en 1º de Bachillerato. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

12.- Me interese menos por las clases de ciencias que en cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

13.- Me sienta más motivado a esforzarme y a dedicar tiempo necesario al estudio. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

14.- Pongo más empeño en aprender de forma comprensiva y razonada de lo que lo hacía en años pasados. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

15.- Dedique menos atención a aprender de forma memorística y mecánica. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

16.- Dedique más tiempo al trabajo en equipo con otros compañeros. *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

17.- Dirija más esfuerzo a un trabajo personal en solitario del que empleaba en cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

18.- Me preocupe menos de aprender "para saber" de lo que lo hacía en años pasados. *

1 2 3 4 5

19.- Se otorgue más importancia en la evaluación al trabajo del alumno. *

1 2 3 4 5

20.- Se valore más la memorización (frente a la comprensión) que en otros cursos. *

1 2 3 4 5

21.- Se recurra menos a otras formas de evaluar distinta a los exámenes. *

1 2 3 4 5

22.- Aumente el número de pruebas, controles y exámenes respecto a cursos anteriores. *

1 2 3 4 5

Escribe tu nombre y la primera letra de tu apellido *

Esta pregunta es obligatoria.

Nombre de tu centro y curso *

Esta pregunta es obligatoria.

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de
Formularios de Google