

## QUÍMICA

### Bandas de calificación de la asignatura

#### Nivel superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-18	19-35	36-50	51-60	61-69	70-79	80-100

#### Nivel medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-17	18-33	34-47	48-59	60-70	71-81	82-100

### Evaluación interna de los niveles medio y superior

#### Bandas de calificación del componente

##### Nivel Superior

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-9	10-15	16-21	22-27	28-31	32-37	38-48

##### Nivel Medio

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-9	10-15	16-21	22-27	28-31	32-37	38-48

### Comentarios generales

Los moderadores opinaron que hubo una variación considerable respecto del nivel de la evaluación interna (EI) de los colegios recibidos en esta sesión de examen. Un gran número de colegios enviaron trabajos estimulantes que reforzaron el aprendizaje y proporcionaron una oportunidad adecuada para la evaluación. Sin embargo, otros aún no llevan a cabo un plan de trabajos prácticos adecuado. No es agradable que en dichos colegios no se materialicen las recomendaciones dadas en años anteriores en el impreso 4/IAF de información.

En general, la mayoría de los colegios siguieron las instrucciones proporcionadas en el *Vade Mecum* para la compilación de las muestras para el moderador, una minoría completó el impreso 4/PSOW incorrectamente o bien no remitieron los fragmentos del trabajo adecuados. Se apreció especialmente la falta de evidencia de las instrucciones que los profesores dieron a los alumnos, bien porque los colegios no la enviaron, e IBCA la debió solicitar por separado, bien porque la información fue demasiado breve como para ser informativa. Siempre que el alumno reciba instrucciones verbales, es preciso enviar constancia de ellas. Con frecuencia una respuesta similar en todos los alumnos de una muestra indica que se han dado indicaciones adicionales, pero no se han comunicado al moderador.

Muchas muestras evidenciaron que los profesores habían controlado el trabajo de los alumnos cuidadosamente y proporcionaron información útil. En otras ocasiones, no hubo evidencia de ninguna información. Los profesores usaron frecuentemente una plantilla con la notación c, p, n para indicar los aspectos logrados en cada criterio. Esta práctica ayuda a los alumnos y al moderador, puesto que el propósito de la moderación es validar la evaluación del profesor. En algunos colegios fue evidente la preocupación por los aspectos de seguridad y medioambientales, pero en otros se omitieron por completo – estas preocupaciones deberían ser generales.

## **Rango y adecuabilidad del trabajo remitido**

Algunos colegios proporcionaron evidencia de haber utilizado diversas técnicas experimentales, pero en un número significativo de casos se dependió demasiado de investigaciones muy triviales o simplistas como para los candidatos al Diploma del BI, tales como ‘Separación de mezclas’ o ‘Determinación de densidad’. Asimismo, no se deberían usar para evaluar los criterios OD y PPD las investigaciones en las que se obtengan muy pocos datos. Se reconoce que hay muchos estudiantes que comienzan el Programa para el Diploma del BI con una experiencia mínima de trabajo práctico y tales experiencias son apropiadas para el entrenamiento inicial en las destrezas requeridas. Sin embargo, dichas tareas no deberían predominar en el 4PSOW ni deberían ser la base para su evaluación.

Sería agradable encontrar más investigaciones que brindaran la oportunidad a los estudiantes más capaces de esforzarse y aplicar sus conocimientos. Por ejemplo, para los alumnos del Nivel Superior planificar una actividad para ver qué factores afectan la velocidad de una reacción es bastante fácil, la hipótesis es extremadamente sencilla puesto que saben bien la teoría fundamental. Existe un espectro de experiencias a nivel más profundo aún utilizando el mismo equipo.

Hubo muy poca evidencia de utilización de técnicas de registro de datos en las muestras enviadas para su evaluación. El hecho de que muy pocos estudiantes mencionaran el registro de datos en la planificación de sus actividades, indica que aún no están familiarizados con la tecnología concerniente. No hay razón por la cual el registro de datos no se pueda incorporar a una planificación eficaz o a las tareas de CE.

La mayoría de las investigaciones que se usaron para la evaluación fueron apropiadas para tal propósito. Sin embargo, en la Sección C del formulario 4/IAF, fue preciso informar a un número significativo de colegios que por lo menos una investigación de las presentadas no era adecuada para la evaluación de un criterio dado.

Hubo dos razones por las que las investigaciones se consideraron inadecuadas. La primera es el aspecto de la simplicidad como se indicó anteriormente, especialmente en caso de haber obtenido muy pocos datos. La segunda razón es que las instrucciones que los profesores dieron a los estudiantes les proporcionaron demasiada ayuda. Fueron ejemplos habituales:

PI (a): objetivos demasiado específicos que no permitieron que los estudiantes ampliaran la investigación.

PI (b): demasiada información sobre los materiales, aparatos y aún los procedimientos.

OD: información explícita sobre los datos a recoger, puesto que se les suministró las tablas para datos (felizmente en esta sesión fue menos frecuente).

PPD: instrucciones sobre qué datos deberían graficar o guía de secuencias de cálculos.

CE: se indicó a los alumnos que respondieran una serie de preguntas.

Es preocupante que un número pequeño, pero significativo de colegios cada año están usando informes conjuntos para evaluar los cinco criterios escritos. Es esencial que se evalúe la contribución individual de los estudiantes a cualquier actividad usada para la evaluación de los criterios escritos. Aún más preocupante resulta el envío de informes idénticos de dos o más alumnos sin reconocer la naturaleza grupal del trabajo. Este hecho constituye una conducta fraudulenta que el moderador puede

notificar a IBCA. El profesor responsable del trabajo debería detectar tales situaciones y no deberían contribuir a la evaluación final de los alumnos involucrados.

## **Desempeño de los alumnos en cada criterio**

### **Planificación (a)**

En muchos colegios los estudiantes demostraron una comprensión adecuada de los términos *control*, *dependiente* e *independiente* aplicados a las variables. Hubo casos en los que en toda la muestra remitida por el colegio, los alumnos parecieron ignorar o desconocer su significado; esto indica que dichos términos no se habían definido correctamente a los alumnos.

Este criterio requiere que se proporcione un problema de investigación amplio o general que debe ser limitado o enfocado por el estudiante. En un número significativo de colegios aún se proporcionan preguntas de investigación específicas, hecho que deniega la oportunidad e alcanzar plenamente este criterio. Algunos alumnos establecieron una hipótesis, pero no explicaron sus razones para ello o bien la hipótesis fue explicada de forma elemental o superficial. En demasiadas hipótesis sencillamente se predijo el éxito del experimento propuesto por el alumno. Una hipótesis debería ser explicable en términos de conceptos químicos como se describen en el programa, generalmente a nivel molecular. Si esto no es posible, probablemente la tarea no sea adecuada para la evaluación del criterio Pl(a). Otra razón significativa por la que algunos alumnos no cumplieron este criterio fue que el conjunto de tareas fue demasiado estrecho como para permitir que los estudiantes tomaran sus propias decisiones con respecto a qué variable(s) que deberían ser independientes y cuáles deberían ser controladas. Con frecuencia estas tareas restrictivas tuvieron la forma de una propiedad química prescrita (p. Ej. ‘Determinación de la concentración de ácido etanoico en vinagre’).

### **Planificación (b)**

El nivel de este criterio fue similar al de años anteriores. Los estudiantes generalmente seleccionaron equipos adecuados e idearon estrategias apropiadas para llevar a cabo las investigaciones. Una investigación que necesita que el profesor especifique el equipo o la metodología no es apropiada para la evaluación de Pl(b). En ocasiones los profesores sobre-planifican y proponen investigaciones que conducen a un único procedimiento, y esto no permite que el alumno tenga la oportunidad de alcanzar este criterio. Tanto el criterio Pl(a) como el Pl(b), deberían conducir a diferentes respuestas en los alumnos de una misma clase. Un conjunto de respuestas iguales indica que la investigación puede no ser apropiada para evaluar el criterio Pl(a) y/o Pl(b). Fue preocupante que algunas clases remitieran procedimientos casi iguales que parecían proceder de manuales de laboratorio comerciales, de recursos basados en la Web o posiblemente del profesor.

Un aspecto débil en Pl(b) es la falta de control de variables, aún cuando los alumnos hayan identificado las variables a manejar o controlar durante el tratamiento del criterio Pl(a). El ejemplo más frecuente de esto fue que los estudiantes no controlaron la temperatura de la reacción al estudiar una reacción significativamente exotérmica. Otro fallo de un gran número de alumnos fue la ausencia de información cuantitativa en lo que respecta a la concentración de los reactivos, masas, volúmenes, etc. Los resultados obtenidos indicaron en general que las cantidades utilizadas fueron razonables, evitándose de esta manera el deterioro medioambiental. Otra razón para no alcanzar el criterio Pl(b) fue que los alumnos con frecuencia no planificaron la recolección de suficiente cantidad de datos. Muy pocos consideraron la evaluación de la reproducibilidad por medio de la duplicación o de la evaluación de la incertidumbre a través de la calibración experimental o por contraste con un patrón conocido. También un desafortunado gran número de alumnos omitió planificar un número adecuado de ensayos para investigar adecuadamente, idealmente a través de medios gráficos, el efecto de la variación de la variable independiente sobre la variable dependiente.

### **Obtención de datos**

La mayoría de los alumnos han presentado tareas adecuadas de obtención de datos y su desempeño fue generalmente bueno, algunos fueron capaces de presentar los datos en tablas adecuadamente construidas por sí mismos con encabezados y unidades adecuados en las columnas. Los fallos más frecuentes aún se relacionan con el primer aspecto, incertidumbres sin determinar y frecuente inconsistencia en el uso de las cifras significativas. Además, aún hay alumnos que dejan pasar la oportunidad de registrar datos cualitativos cuando están evidentemente presentes y son significativos (p. Ej. la evidencia de una combustión incompleta en la determinación de la entalpía de combustión).

Los profesores se mostraron propensos a sobrevalorar a sus estudiantes en el criterio OD al adjudicar la puntuación máxima por tareas simplemente cualitativas, por observaciones mal redactadas que bien omitían detalles, bien no eran enunciados observacionales primordiales.

### **Procesamiento y presentación de datos**

La mayoría de los colegios evaluó adecuadamente el criterio PPD en tareas cuantitativas y el nivel general fue satisfactorio, aunque las puntuaciones completas no fueron frecuentes. En comparación con sesiones previas, una minoría creciente de colegios emprendió tratamientos significativos de errores e incertidumbres en PPD. Sólo una pequeña proporción de alumnos del NS sin embargo fue capaz de calcular correctamente propagación de errores. Muy pocos alumnos del NM fueron capaces de indicar cualquier forma de evaluación de la incertidumbre en un resultado y con frecuencia omitieron la apreciación de las cifras significativas. Se debería consultar el MAP para obtener orientaciones en este área.

El número relativamente bajo de gráficos presentados para la moderación y la baja calidad general fue decepcionante. Los fallos frecuentes fueron la incapacidad de construir la línea de ajuste, los gráficos inapropiados en aquellos casos en los que se requería exactitud de trazado así como también la utilización deficiente de Excel. Se pueden utilizar las versiones actuales de Excel para obtener grandes efectos en PPD, pero es preciso que el alumno demuestre su contribución individual en aspectos como la identificación de los ejes, líneas y curvas de ajuste. Un programa de gráficos que no permite que el usuario controle el proceso o la salida no es adecuado para la evaluación de este criterio.

Muy pocos alumnos procesaron los datos de forma avanzada, como ser hallar el gradiente o la intersección por extrapolación. El hecho de que el segundo requisito del criterio, tener en cuenta las incertidumbres, se pueda alcanzar a través de la línea de ajuste debería hacer que el procesamiento de datos por medios gráficos fuera un componente importante en la mayoría de los programas de los colegios y es de esperar que la calidad de los gráficos presentados mejore como consecuencia de ello.

### **Conclusión y Evaluación**

Esta es un área en la que aún los alumnos no obtienen buena puntuación. Por ejemplo, los alumnos no suelen comparar sus resultados con los valores publicados en los casos en que es apropiado. Este criterio también requiere una conclusión válida con una explicación basada en la interpretación correcta de los resultados y esto con frecuencia se omite. Existe muy poca evidencia de que los alumnos intenten hallar antecedentes publicados o investiguen para interpretar sus resultados.

La mayoría intentó evaluar el procedimiento y enumerar las causas de error. Con frecuencia esta evaluación fue superficial aunque, los comentarios como “las lecturas deben haber sido demasiado bajas o demasiado altas” no fueron infrecuentes. Los alumnos deberían intentar identificar errores sistemáticos razonables, pero esto es difícil cuando las investigaciones son simplistas. Aún en los casos en los que los alumnos fueron capaces de determinar eficazmente el % de incertidumbre total en PPD, muy pocos usaron dicha información para valorar si el resultado final era producto de error aleatorio o requería la consideración de los errores sistemáticos. Algunos fueron capaces de hacer sugerencias apropiadas para mejorar la investigación con la consiguiente identificación de las

deficiencias, aunque muchos fueron sólo capaces de hacer sólo sugerencias simplistas o mejoras poco realistas.

### **Técnicas de manipulación**

En general, los programas prácticos proporcionaron un espectro adecuado para la evaluación de este criterio.

### **El proyecto del Grupo 4**

Casi todos los colegios proporcionaron evidencia de la participación de cada alumno de la muestra en el proyecto del Grupo 4. Este es un requisito fundamental del programa del BI. Cuando se remite muestras para la moderación, los profesores deben proporcionar evidencia de la participación de cada alumno en el proyecto del grupo 4. Esto se puede realizar de diversas formas como se establece en la *Guía de Química* (página 32). La evidencia grupal no es apropiada en aquellos casos en que se use el Proyecto del Grupo 4 para evaluar cualquiera de los criterios escritos.

Muchos colegios parecieron haber llevado a cabo proyectos estimulantes e imaginativos. Sin embargo, en un extenso número de casos se apreció poca relación del trabajo con la química. Se requiere que todos los estudiantes de química emprendan trabajos relacionados con la química. En ciertos casos los Proyectos del Grupo 4 no representaron las 15 horas de trabajo que establece el 4/PSOW.

Es preciso que los profesores sepan que una amplia proporción de colegios usan el Proyecto del grupo 4 como una oportunidad ideal para estimular la colaboración del grupo en un marco de trabajo interdisciplinario y evaluar el criterio aptitudes personales, pero no adjudican calificación para los criterios escritos. Esto armoniza con los propósitos del Proyecto del grupo 4.

### **Sugerencias para la enseñanza a futuros alumnos**

Se realizan las siguientes sugerencias para la enseñanza y evaluación de futuros alumnos.

- los alumnos deberían conocer los diferentes aspectos de los criterios por los que serán evaluados. Insistentemente recomendamos la utilización de plantillas en las que se indiquen los aspectos con las letras n, p y c para indicar el nivel de logro de cada aspecto.
- es imprescindible asegurarse de que los alumnos son evaluados únicamente por su contribución individual a cualquier actividad utilizada para la evaluación de los criterios escritos.
- los profesores deben asegurarse de que los alumnos tienen la oportunidad de alcanzar los criterios y por ello no deberían proporcionar demasiada información/ayuda para los criterios Planificación(a), Planificación(b), Obtención de datos, Procesamiento y Presentación de datos y Conclusión y evaluación.
- los profesores deben consultar el MAP 1 en el Centro Pedagógico en línea con respecto a la consideración de errores e incertidumbres.
- se recomienda no utilizar para la evaluación interna libros de trabajo y cuadernillos con espacios para completar por los alumnos, puesto que habitualmente proporcionan demasiada información e impiden que los alumnos tengan la oportunidad de alcanzar los criterios.
- animar a los alumnos a formular hipótesis que estén directamente relacionadas con la pregunta a investigar y se expliquen en función de conceptos químicos, frecuentemente a nivel molecular.
- se debería animar a los alumnos a considerar la repetición de pruebas, la calibración o la obtención de suficientes datos como para poder llevar a cabo el análisis gráfico, cuando diseñen procedimientos para el criterio PI(b).

- los alumnos deben registrar, cuando sea apropiado, tanto datos cualitativos como cuantitativos, incluir unidades e incertidumbres cuando sea preciso.
- los alumnos deben comparar sus resultados con los valores publicados cuando corresponda.
- cuando se evalúa el criterio CE, es preciso que los alumnos valoren el procedimiento, enumeren las posibles causas de errores aleatorios y sistemáticos y sugieran modificaciones para mejorar la investigación con la consecuente identificación de los aspectos débiles.
- los profesores no deberían utilizar una investigación para evaluar un criterio particular si ésta no satisface todos los aspectos de dicho criterio.
- si los alumnos necesitan ejercitar las habilidades básicas requeridas en la investigación práctica a través de sencillos experimentos introductorios que no satisfacen completamente todos los aspectos de un criterio, es preciso que las notas obtenidas en dichos experimentos no se incluyan en el impreso 4/PSOW.
- se debe remitir evidencia de la participación de cada alumno de la muestra en el Proyecto del Grupo 4 y adjuntar la evidencia de su contribución individual.
- es preciso que los profesores se remitan a, y sigan, las instrucciones que hallarán en la guía de la asignatura, el Material de Ayuda al Profesor del Centro pedagógico en línea y las instrucciones proporcionadas en la actualización del *Vade Mecum*, antes de enviar el trabajo para la moderación.

## Prueba 1 del Nivel Superior

### Bandas de calificación del componente

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-10	11-19	20-28	29-31	32-34	35-37	38-40

### Comentarios generales

Esta prueba constó de 40 preguntas sobre materiales del Tronco Común (TC) y los Temas adicionales para el Nivel Superior (TANS) y se debió responder sin calculadora ni cuadernillo de datos. Para cada pregunta se propusieron cuatro respuestas posibles, adjudicándose puntuación por las respuestas correctas sin efectuar deducción por las incorrectas.

Los profesores emitieron sus opiniones por medio de los 19 impresos G2 remitidos. En comparación con la prueba del año pasado, casi la mitad opinó que el nivel fue similar y la mayoría de los restantes lo consideró un poco más fácil antes que más difícil. Casi todos consideraron que el nivel de dificultad fue apropiado. Casi dos tercios consideraron que la cobertura del programa y la claridad de expresión fueron buenas y el resto las consideró satisfactorias. Casi todos opinaron que la presentación de la prueba fue buena.

### Aspectos destacables y dificultades en las preguntas individuales

El índice de dificultad (porcentaje de alumnos que responde cada pregunta correctamente) osciló entre el 96 y el 25% y el índice de discriminación, que señala en qué medida cada pregunta diferencia los alumnos de alta puntuación de los de baja puntuación, osciló entre 0,57 y 0,03 (Cuanto mayor es el valor, mejor es la diferenciación).

Se realizaron los siguientes comentarios sobre las preguntas individuales.

### Pregunta 6

Algunos de los que respondieron sugirieron que la respuesta correcta era la D pero también podía ser correcta la A. Aunque la respuesta A (los electrones absorben energía a medida que se mueven desde niveles energéticos bajos a niveles energéticos altos) es una descripción correcta del proceso que ocurre, este proceso no conduce directamente a la formación de un espectro de emisión, como se indicó claramente en el enunciado de la pregunta. Este hecho no constituyó problema para los alumnos puesto que el 88% eligió la respuesta correcta (D) mientras que el 8% eligió la respuesta A.

### Pregunta 18

Un profesor sugirió que la respuesta correcta era la A (siempre), pero para el ejemplo usado la respuesta B también era correcta. Los alumnos se deben percatar de que la descomposición del óxido de un metal reactivo es muy endotérmica, y que en comparación la variación de entropía es un factor secundario. En el encabezamiento de la prueba se indica que los alumnos deben elegir la respuesta más apropiada y en esta pregunta se considera que los alumnos debieron haber elegido la respuesta A porque es, desde luego (y siempre) correcta. El 82% de los alumnos eligió la respuesta correcta, mientras que sólo el 8% eligió la respuesta B.

### Pregunta 33

Un profesor sugirió que esta pregunta era difícil sin tener acceso al valor de  $E^0$ . Si el ejemplo usado hubiera sido poco conocido, el comentario habría sido válido. Sin embargo, consideramos que los alumnos deberían conocer la electrólisis de solución acuosa de sulfato de cobre(II) (se menciona en las notas para los profesores en el E.E. 19.3.1). El 57% de los alumnos eligió la respuesta correcta (D), aunque un número considerable (23%) eligió la respuesta A, quizás con la creencia de que en el electrodo negativo se formaría hidrógeno gaseoso en vez de cobre.

### Pregunta 39

Un profesor indicó que la sustitución electrófila (respuesta B) se trata en las Opciones en lugar de en el material del Tronco Común o los TANS. Si bien este hecho es cierto, los alumnos no necesitaban conocer este tipo de reacción para elegir la respuesta A, como respuesta obvia. Este hecho no supuso ningún problema para los alumnos puesto que el 88% eligió la respuesta correcta.

## Prueba 2 del Nivel Superior

### Bandas de calificación del componente

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-14	15-29	30-41	42-50	51-59	60-68	69-90

### Áreas del programa y el examen que fueron difíciles para los alumnos

- Cálculo de las unidades de la constante de velocidad
- Definición de  $M_r$
- Explicaciones sobre enlaces
- Uso de ácido fosfórico concentrado como agente deshidratante
- Cálculos del pH de soluciones buffer
- Importancia de los valores de las entalpías de red
- Cálculos termoquímicos
- Interpretación de espectros de masas

## Áreas del programa y del examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados.

- Funcionamiento del espectrómetro de masas
- Principio de Le Chatelier
- Espectros de RMN

## Aspectos destacables y dificultades en las preguntas individuales

### Sección A

#### Pregunta 1

- Generalmente definieron bien el periodo de semirreacción.
- Muchos estudiantes tuvieron problemas para medir el periodo de semirreacción, con frecuencia dieron valores de concentración en vez de intervalos de tiempo.
- Un número de estudiantes identificó correctamente la reacción como de primer orden y escribió la ecuación correctamente, mientras que otros pocos mencionaron el hecho de que el periodo de semirreacción era constante.
- Generalmente realizaron bien el cálculo, aunque las unidades exigieron mucho esfuerzo y muchos estudiantes no se percataron de que la velocidad de la reacción estaba expresada en minutos, no en segundos.

#### Pregunta 2

- La mayoría de los estudiantes identificó correctamente los tres procesos que se producen en la espectrometría de masas en el orden en el que ocurren.
  - Los estudiantes que fueron capaces de identificar correctamente los procesos, habitualmente también pudieron explicar cómo se producían, a pesar de que perdieron puntos por falta de precisión. Por ejemplo, no especificaron suficientemente que la ionización es causada por el bombardeo de electrones sobre la muestra – era preciso que los estudiantes indicaran que los electrones tenían elevada energía o velocidad.
- Sorprendentemente pocos estudiantes fueron capaces de definir  $M_r$ .
  - Calcularon correctamente la  $M_r$  del germanio, sin embargo algunos estudiantes perdieron el punto por haber escrito el resultado con un número incorrecto de cifras decimales.
- La mayoría fue capaz de escribir correctamente la configuración electrónica del germanio – bien la forma completa, bien a partir del gas noble más cercano.
- La mayoría de los estudiantes identificó correctamente un orbital p.
  - Resolvieron desacertadamente la ecuación que representa la ionización del germanio, puesto que muchos estudiantes no usaron los símbolos de estado correctos.
  - Explicaron desacertadamente la diferencia respecto de las energías de ionización; los estudiantes no especificaron que la diferencia se debía a los distintos niveles energéticos de los que se extraen los electrones y la consecuente mayor atracción nuclear.

#### Pregunta 3

- Las respuestas de muchos estudiantes a esta pregunta sobre estructura y enlaces carecieron de precisión – con frecuencia hablaron del enlace metálico sin describirlo como una red de iones positivos rodeados de electrones móviles deslocalizados.
- Muchos fueron capaces de indicar que el dióxido de silicio tenía estructura macromolecular, pero desafortunadamente muchos relacionaron este hecho con los dobles enlaces entre el

silicio y el oxígeno. Algunos indicaron que el elevado punto de fusión se debía a la energía necesaria para romper los enlaces covalentes entre los átomos.

- c) i) Pocos estudiantes indicaron que la razón del bajo punto de fusión del  $\text{SiCl}_4$  es la facilidad con que se superan las fuerzas de van der Waals.
- ii) Muy pocos escribieron correctamente la ecuación que representa la reacción del  $\text{SiCl}_4$  con agua.

#### Pregunta 4

- a) Muchos estudiantes no escribieron correctamente la fórmula del isómero 2-butanol y aquellos que lo hicieron, no lo nombraron correctamente. El concepto de quiralidad se sabía bien, pero muchos estudiantes no explicaron con claridad que los isómeros harían rotar el plano de la luz polarizada en dirección opuesta.
- b) Los alumnos que reconocieron que el ácido fosfórico es el agente deshidratante tuvieron pocos problemas y formularon correctamente el 1-buteno o el 2-buteno, aunque no todos ellos fueron capaces de nombrar el alqueno correctamente. Sin embargo, algunos trataron de formar un éster con el ácido fosfórico y/o pensaron que era un agente oxidante. Aquellos estudiantes que reconocieron que el producto sería un alqueno generalmente sugirieron que el ensayo para el grupo funcional alqueno era la decoloración del bromo.

### Sección B

#### Pregunta 5

- a) En contadas ocasiones escribieron la definición completa – frecuentemente omitieron las palabras moles o elementos, aunque la mayoría mencionó estado estándar. La formación de un mol de ácido nítrico fue desacertada – los que la escribieron raras veces identificaron los símbolos de estado correctos, con frecuencia no se percataron de que el ácido nítrico era un líquido.
- b) Para muchos, el cálculo de la combustión del propino fue difícil puesto que raramente lo dispusieron de forma correcta y muchos lo intentaron usando entalpías de enlace, aún cuando se daban las entalpías de formación.
- c) Predijeron bastante bien el valor de la variación de entropía – aunque la explicación en función de la reducción de partículas gaseosas fue desacertada.
- d) El cálculo de la variación de entropía causó ciertos problemas puesto que los estudiantes dispusieron el cálculo de forma incorrecta u olvidaron multiplicar por el número de moles presentes.
- e) La mayoría intentó resolver el cálculo de la energía libre y felizmente fue capaz de convertir las unidades correctamente y/o usar la temperatura en Kelvin.
- f) Construyeron de forma deficiente el ciclo de Born-Haber; muy pocos fueron capaces de obtener más de la mitad de los puntos asignados. Omitieron los electrones, no ajustaron las ecuaciones y pocos demostraron saber que algunos valores eran endotérmicos y otros exotérmicos.
- g) La resolución de esta pregunta fue muy deficiente; pocos compararon los valores teóricos y experimentales y aquellos que lo hicieron hablaron sobre la fuerza del enlace plata flúor – casi nadie identificó la gran diferencia de valores debida al mayor grado de carácter covalente.

#### Pregunta 6

- a) Respondieron bien esta pregunta; los estudiantes perdieron puntos por no mencionar moles de gas en el apartado i) o el hecho de que las velocidades se verían afectadas de igual forma en el apartado ii).
- b) Muy pocos estudiantes fueron incapaces de escribir la expresión de  $K_c$ .

- c) Generalmente calcularon bien las concentraciones, aunque cometieron errores, en especial la reducción de la concentración de HI – un error frecuente fue dar el valor 0,05 en lugar de 0,04. La mayoría de los estudiantes fue capaz de responder la pregunta sobre temperatura y  $K_c$ .
- d) Sabían bien los ácidos y bases de Bronsted-Lowry; pero las bases de Lewis fueron más difíciles y pocos estudiantes indicaron correctamente el par electrónico donante.
- e) Muchos estudiantes fueron capaces de predecir correctamente y explicar los colores de los indicadores.
- f) Resolvieron muy bien o muy mal el cálculo del pH– el error más frecuente fue suponer que las concentraciones de los iones hidrógeno y las bases eran iguales o el uso incorrecto de la versión logarítmica de la ecuación. 

### Pregunta 7

- a) Muchos de los estudiantes que respondieron bien esta pregunta fueron incapaces de escribir correctamente las ecuaciones – cometieron errores frecuentemente. También, pocos fueron capaces de explicar correctamente cómo se conducía la electricidad.
- b) Cerca de la mitad indicó correctamente que se formaría el doble de sodio y lo explicaron en base a la ecuación estequiométrica.
- c) La mayoría fue capaz de realizar este cálculo sobre la cantidad de cloro producido.
- d) Pocos escribieron correctamente las ecuaciones e identificaron los productos, pero la mayoría tuvo problemas y cometió errores en las ecuaciones y en los productos formados.
- e) Resolvieron desacertadamente el apartado i), puesto que omitieron referirse a la ecuación o a la ganancia o pérdida de electrones. El apartado ii) se respondió con más acierto y muchos calcularon correctamente los números de oxidación.
- f) No supieron bien la definición de potencial estándar de electrodo. La mayoría de los estudiantes fue capaz de elegir correctamente la reacción y de allí calcular el potencial de la celda, pero les fue difícil ajustar la ecuación.

### Pregunta 8

- a) Con frecuencia definieron la sustitución nucleófila de forma imprecisa y habitualmente no obtuvieron ambos puntos asignados.
- b) Supieron bien el mecanismo  $S_N1$ , pero la ubicación exacta de las flechas curvas no fue correcta.
- c) También supieron bien el mecanismo  $S_N2$ , pero la ubicación de las flechas curvas y el estado de transición fueron bastante aleatorios.
- d) Habitualmente identificaron los isómeros, pero con frecuencia los nombraron de forma incorrecta.
- e) La mayoría de los alumnos indicó que el alcohol tenía mayor punto de ebullición y porqué, pero omitieron mencionar porqué el punto de ebullición del bromobutano era menor.
- f) No comprendieron bien los espectros de masa. Muy pocos estudiantes identificaron correctamente los dos isómeros del bromo, los que identificaron los fragmentos, con frecuencia omitieron la carga +. Muy pocos estudiantes dedujeron que se trataba de un isómero terciario.
- g) La mayoría dedujo que se trataba de un isómero secundario a partir de los datos de RMN.
- h) Aunque comprendieron bien los datos de RMN, muchos estudiantes leyeron mal la pregunta y formularon un halógenoalcano en lugar de un alcano.

- i) Comprendieron la ruptura homolítica, pero con frecuencia no la explicaron bien; algunos estudiantes escribieron una simple ecuación en lugar del mecanismo. La mayoría fue capaz de identificar el radical correctamente.

### **Asistencia y orientación para la enseñanza de futuros alumnos**

- Use las pruebas pasadas y sus esquemas de calificación para preparar los exámenes.
- Lea cuidadosamente las preguntas del examen.
- Lea completamente las preguntas opcionales y observe las puntuaciones adjudicadas a las diferentes secciones antes de decidir qué preguntas resolver.
- Aprenda definiciones precisas.
- Presente las respuestas con claridad – especialmente los cálculos, puesto que es posible obtener puntos por el método.

## **Prueba 3 del Nivel Superior**

### **Bandas de calificación del componente**

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-7	8-15	16-22	23-27	28-32	33-37	38-50

### **Áreas del programa y el examen que resultaron ser difíciles para los alumnos**

La mayoría de los alumnos parecieron estar bien preparados, aunque un número pequeño pero significativo dio la impresión de no manejar mucha de la información o los conceptos y se desempeñaron muy mal. Ninguna opción demostró ser más fácil que las demás y la puntuación de muchos alumnos fue similar en las dos opciones que intentaron. La prueba presentó buena discriminación, los alumnos mejor preparados obtuvieron notas altas especialmente en las áreas en las que se evaluaba el objetivo tres. En el apartado C encontrará detalles más precisos sobre el desempeño en las opciones individuales, pero las áreas en las que se presentaron dificultades considerables fueron las siguientes:

- cálculos estequiométricos.
- comprensión del funcionamiento del intoxímetro.
- uso de auxiliares quirales.
- enlace de hidrógeno entre las bases del ADN.
- rol de los NO<sub>x</sub> en la descomposición del ozono.
- identificación de los aminoácidos formados en la hidrólisis de proteínas.
- isomería *cis*- y *trans*- aplicada a compuestos cíclicos.
- comparación de la acidez del 2,4,6-trinitrofenol con la del fenol.

## Áreas del programa y el examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados

Evidentemente, la mayoría de los alumnos estaba familiarizada con el material de la asignatura. Sin embargo, hubo algunos centros en los que pareció que no se les había enseñado a los alumnos el material de las opciones elegidas. Habitualmente, este hecho se relaciona con la elección de las opciones. Como en años anteriores, los centros en los que todos los alumnos responden las mismas dos opciones tienden a hacerlo considerablemente mejor que aquellos en los que se elige un gran espectro de opciones. También existe una fuerte correlación entre las habilidades de los alumnos para expresar clara y concisamente sus ideas y sus puntuaciones totales. Generalmente la mayoría de los estudiantes demostraron buen conocimiento del contenido fáctico de las opciones elegidas. Las áreas del programa que los alumnos sabían y comprendían especialmente fueron:

- efectos laterales asociados a drogas específicas
- identificación correcta de grupos funcionales dentro de las estructuras de las drogas
- diferencias entre grasas y aceites
- enfermedades asociadas a la carencia de vitaminas específicas
- conversión del agua de mar en agua potable
- extracción electrolítica de aluminio a partir de la alúmina
- cálculos concernientes a la energía producida por los combustibles fósiles
- interpretación de espectros de masa sencillos

A pesar de que hubo excepciones, muchos alumnos fueron capaces de escribir ecuaciones químicas correctamente. Algunos estudiantes escribieron excelentes respuestas sobre química analítica moderna, pero para otros fue difícil describir las técnicas cromatográficas correctamente. En la opción química orgánica avanzada, algunos escribieron excelentes respuestas, pero hubo muchos que fueron incapaces de reconocer y describir las estructuras relevantes e isómeros que se les pedían.

## Aspectos destacables y dificultades en las preguntas individuales

### Opción B – Medicinas y drogas

Sorprendentemente en la primera pregunta sobre antiácidos se produjeron algunos problemas. La mayoría fue capaz de escribir una ecuación correcta para representar la reacción del hidróxido de magnesio o el hidróxido de aluminio con ácido clorhídrico aunque algunos olvidaron escribir el agua y otros evidentemente no sabían la fórmula correcta de la sal formada. Los que escribieron la ecuación correcta, generalmente se percataron a partir de la estequiometría, que 0,1 mol de hidróxido de aluminio tiene capacidad de neutralizar más de 0,1 mol de hidróxido de magnesio. Sin embargo, en el apartado B1(c), sólo relativamente pocos alumnos indicaron que el hidróxido de sodio es una base demasiado fuerte como para ser usada como antiácido puesto que es corrosivo con los tejidos corporales.

En el apartado B2, muchos estaban familiarizados con la reacción redox entre el alcohol y el dicromato(VI) de potasio acidificado y el uso del intoxímetro (que puede funcionar usando una celda de combustible o por espectroscopía en el infrarrojo) para detectar alcohol en aliento y casi todos los alumnos sabían que tomar aspirina con etanol aumenta la probabilidad de hemorragia estomacal.

Respondieron bastante bien la pregunta B3 sobre analgésicos, excepto que relativamente pocos estudiantes sabían el efecto secundario que causa la morfina es el estreñimiento. Muchos estudiantes indicaron que es adictiva, propiedad asociada a la morfina, pero no efecto secundario.

En la pregunta B4 la mayoría de los estudiantes mencionó al *cis*-platín como ejemplo de anticancerígeno que presenta isomería geométrica, pero relativamente pocos sabían que el taxol es un

ejemplo de anticancerígeno que presenta isomería óptica. Aún sin escribir el ejemplo, era posible obtener ambos puntos en B4(a)(ii) explicando las características estructurales de los dos tipos de isomería. Muchos estudiantes no se dieron cuenta de que un auxiliar quiral es en sí mismo un enantiómero y que se debe separar una vez obtenido es producto estereoespecífico deseado.

Respondieron generalmente bien la pregunta B5 sobre anestésicos, ello no obstante algunos no indicaron que un anestésico general actúa sobre el cerebro y que el paciente está inconsciente.

### **Opción C – Bioquímica humana**

La mayoría de los alumnos fueron capaces de identificar las formas  $\alpha$  y  $\beta$  de la glucosa, pero demostraron menos convicción sobre si eran o no enantiómeros aún cuando ciertamente no son imágenes especulares entre sí. Los demás apartados de la pregunta C1 generalmente presentaron pocos problemas.

En el apartado C2(a)(i), la mayoría de los alumnos fue capaz de calcular correctamente el número de enlaces dobles de carbono a carbono presentes en el ácido linoleico, pero muchos cometieron el error de considerar al yodo como monomolecular y por ello obtuvieron un valor igual a la mitad del correcto en el apartado (ii). Respondieron generalmente bien el apartado C2(b) sobre las diferencias estructurales entre grasas y aceites y su efecto sobre los puntos de fusión. Asimismo, la pregunta C3 sobre vitaminas supuso pocos problemas. Muchos estudiantes fueron incapaces de mostrar correctamente la posición de los enlaces de hidrógeno, confundidos por el hecho de que las estructuras se dibujaron de forma distinta a las que aparecen en muchos libros. En el apartado (b), un número sorprendente trató de emparejar la adenina con la timina en lugar de hacerlo con el uracilo. El resto de la pregunta C4 diferenció bien entre los alumnos, puesto que sólo aquellos que comprendieron la densidad de carga fueron capaces de explicar por qué los iones potasio pasan fácilmente a través de la membrana celular. En el apartado C4(e) era preciso que los estudiantes  $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$  conjuntamente con  $\text{Cu}^+$  y  $\text{Cu}^{2+}$  para obtener la puntuación completa.

### **Opción D – Química ambiental**

Muchos alumnos respondieron esta opción que, como las opciones B y C, fue muy popular. A pesar de que esta opción se percibe como una de las más fáciles, las respuestas recibidas no confirmaron esa apreciación. La pregunta D1 es un ejemplo de ello, puesto que muy pocos estudiantes identificaron correctamente tres contaminantes primarios, con frecuencia se mencionaron erróneamente los óxidos de azufre. Asimismo, sólo cerca de la mitad escribió la ecuación correcta que representa la reacción entre dos contaminantes primarios en un convertidor catalítico.

Los alumnos bien preparados fueron capaces de indicar las propiedades de los HFCs requeridas en D1(b), pero muchos otros sólo mencionaron la falta de enlace C-Cl en lugar de citar la baja inflamabilidad, la baja toxicidad y la baja reactividad que se requería. Una notable proporción de alumnos no leyó la pregunta D2 cuidadosamente y explicaron detalladamente los tres métodos enumerados, aunque generalmente esto se supo bien, también lo fueron las semejanzas y diferencias del tratamiento de agua potable con cloro o con ozono.

La pregunta que se respondió con menos aciertos fue la D3. Muchos confundieron el smog reductor con el fotoquímico y fueron incapaces de mostrar mecanismos a través de los cuales se forman los contaminantes secundarios a partir de los primarios. Las respuestas en las que se hacía referencia a la luz ultravioleta como causante de los radicales libres y las partículas que actúan como catalizadores heterogéneos fueron escasas y distantes. Asimismo, no supieron bien el rol de los óxidos de nitrógeno en la descomposición del ozono y en los casos en los que indicaron etapas, éstas no representaban en su conjunto un proceso catalítico.

### **Opción E – Industrias químicas**

La extracción de aluminio de sus minerales es un apartado clave de esta opción y muchos estudiantes respondieron bien la Pregunta E1. Algunos dieron respuestas algo imprecisas en el apartado (a) mientras que se requería que en la respuesta se hiciera cierta referencia a la serie electroquímica o a la reactividad relativa de los dos metales. La mayoría de los estudiantes supo por qué se usa criolita durante el proceso, pero algunos no obtuvieron la puntuación porque indicaron que disminuía el punto

de fusión del aluminio en vez del de la alúmina, aunque probablemente es más correcto decir que actúa como disolvente para la alúmina.

Respondieron bien sobre la función del coque en el alto horno, pero en E2(b), los estudiantes capaces de escribir ecuaciones correctas para representar la reacción del óxido de calcio con la sílice o explicar que la reacción se produce porque el óxido de calcio es básico mientras que la sílice es ácida, fueron menos. Algunos confundieron el añadido de oxígeno y piedra caliza al convertidor básico de oxígeno con otros metales p. Ej. Níquel o cromo. Ambos, tanto el oxígeno como la piedra caliza son añadidos necesarios para obtener acero – el añadido de otros metales dependen del tipo de acero de que se trate. En el apartado E3(a), muchos estudiantes fueron capaces de dar buenas respuestas pero no tantos sabían por qué se debe eliminar el azufre del petróleo crudo. Se aceptó que indicaran que se usa para evitar la formación de dióxido de azufre durante la combustión, pero la realidad es que actúa como veneno del catalizador durante los procesos de refinado. Los detalles del cracking en E4, también causaron problemas. La mayoría fue capaz de diferenciar entre el cracking con vapor y el catalítico en función de las temperaturas, pero fueron menos claros sobre los mecanismos implicados. Las preguntas sobre electrólisis de salmuera en E5 fueron sencillas para aquellos que tenían conocimientos de su química.

### **Opción F – Combustibles y energía**

La mayoría de los estudiantes fue capaz de calcular correctamente la energía que se produce por combustión completa de 1,00 g de gas natural y 1,00 g de petróleo a partir de los datos dados en F1(a). Sin embargo, muchas de las respuestas al apartado (b) fueron menos claras. Esto pudo deberse a no leer la pregunta cuidadosamente. Las respuestas con frecuencia se referían a la formación del contaminante después de la combustión en lugar de al hecho de que es difícil de eliminar el azufre del carbón o que la elevada temperatura que se desarrolla en el motor de combustión interna conduce a la formación de los óxidos de nitrógeno. Muchos estudiantes escribieron la ecuación correcta para representar la formación del monóxido de carbono durante la combustión del gas natural en el apartado (c), pero algunos no se dieron cuenta de que el apartado (d) se refería la combustión completa.

Los estudiantes que comprendían y sabían el funcionamiento de la batería de plomo tuvieron pocas dificultades en la pregunta F2, aunque un número sorprendente pareció no tener idea de esta sencilla parte del tema.

La pregunta F3(a) discriminó bien entre los estudiantes. Los estudiantes bien preparados escribieron respuestas que incluyeron referencias a la localización o deslocalización electrónica. En F3(b), muchos fueron capaces de discutir bien sobre el dopado del silicio y muchos también escribieron buenas respuestas sobre las ventajas e inconvenientes del uso de hidrógeno como fuente de energía en F4.

### **Opción G – Química analítica moderna**

En esta opción se produjeron algunas buenas respuestas. La mayoría de los estudiantes fue capaz de interpretar el espectro de masas correctamente y fue agradable ver que en casi todas las respuestas dadas para los fragmentos pedidos en G1(a)(ii) se indicó que eran iones positivos. El apartado (b) de la pregunta G1, se refería a la espectrometría de  $^1\text{H}$  RMN. Muchos estudiantes demostraron que comprendían la información general que se obtiene de este tipo de espectroscopía en sus respuestas a los apartados (i) y (ii), pero tuvieron más dificultades para relacionar correctamente las áreas de los picos en los apartados (iii) y (iv).

Respondieron peor la pregunta G2 sobre cromatografía. Esto sugiere que sería provechoso que los estudiantes realizaran experiencias prácticas directas de una o más técnicas cromatográficas, vieran demostraciones de laboratorio, filmaciones o vídeos. En el apartado (a), muy pocos mencionaron que después de producida la elusión del cromatograma es preciso revelar (generalmente con ninhidrina) para permitir que las manchas sean visibles. En la pregunta G2(b), se puede usar GLC o HPLC para detectar alcohol en sangre. Los estudiantes deberían indicar la naturaleza de la fase estacionaria, mencionar cómo varían los tiempos de retención y cómo se detectan los componentes. En ambas técnicas también es importante incluir una muestra de alcohol de referencia para asegurar una calibración correcta.

### Opción H – Química orgánica avanzada

La mayoría de los alumnos se percataron de que el enunciado en H1(a) se refería a diferentes compuestos de fórmula  $C_4H_7Cl$ , puesto que ningún compuesto que responda a esa fórmula puede presentar a la vez isomería geométrica y óptica. La mayoría tuvo poca dificultad para escribir los isómeros *cis-* y *trans-*, pero sorprendentemente, el caso de los isómeros ópticos no fue tan claro. Generalmente, no explicaron bien el apartado (b) y este hecho sugirió que algunos estudiantes no habían visto isomería geométrica en compuestos cíclicos. En los alquenos, la existencia de isomería geométrica es posible porque el enlace  $\pi$  impide la rotación. En los compuestos cíclicos, la rotación se dificulta debido a que los átomos de carbono se encuentran sujetos en un anillo a pesar de que no hay presencia de enlaces  $\pi$ .

La pregunta H2 implicaba la comprensión de la adición de Markovnikov. Algunos estudiantes aún tratan de explicar esto sencillamente enunciando la regla en vez de considerar la estabilidad de los carbocationes intermediarios formados. Los estudiantes mejor preparados sabían el ejemplo de la adición nucleófila que se preguntaba en H3(a) y también sabían que el nitrilo resultante se podía hidrolizar para dar un ácido carboxílico en el apartado (b). La pregunta H4, demostró ser un excelente discriminador. En el apartado (a), muchos fueron capaces de mencionar el efecto inductivo para explicar la basicidad de la etilamina comparada con la del amoníaco, pero pocos estudiantes mencionaron además que la basicidad depende de la atracción que ejerce el par electrónico solitario del átomo de nitrógeno sobre un protón. El apartado (b) se respondió peor. Raramente mencionaron la capacidad de los grupos  $NO_2$  de atraer hacia sí los electrones como explicación de la estabilización del ion fenóxido.

### Recomendaciones y asistencia para la enseñanza a futuros alumnos

- Las opciones constituyen una parte importante del programa de estudios. Muchos profesores posponen su enseñanza de hasta el final. Si es posible, refiérase a las opciones cuando se traten los contenidos del tronco común y asegúrese de que dedica el tiempo recomendado a cubrir dos opciones completamente. Los alumnos que preparan los contenidos de las opciones por sí mismos no suelen desempeñarse bien en el examen. Use ejemplos de las opciones para tratar los contenidos de estequiometría del tronco común para que sus estudiantes se acostumbren a este tipo de preguntas.
- Relacione la parte práctica del programa a las opciones así los estudiantes tendrán experiencia de primera mano respecto a muchas de las técnicas (p. Ej. cromatografía) o a los materiales usados (p. Ej. la batería de plomo).
- Aconseje a sus estudiantes respecto al nivel de repuestas que se espera. En este nivel, no es suficiente escribir respuestas periodísticas. Siempre que sea posible, se deberían dar las ecuaciones químicas. Se deberían describir con claridad los mecanismos orgánicos y las definiciones dadas deberían ser claras y precisas.
- Proporcione a sus estudiantes los recursos adecuados como para complementar la enseñanza de las opciones. Muchos libros de química no contienen gran cantidad del material de las opciones y frecuentemente los estudiantes parecen no estar familiarizados con cierta información básica.
- Asegúrese de haber tratado cada parte del temario. Proporcione a sus alumnos una copia del temario así ellos podrán diseñar su propia lista de control.
- Recomiende con firmeza a sus alumnos que respondan **sólo** las preguntas de las opciones que hayan estudiado. Asegúrese de que conocen la importancia de los “verbos de acción” y que sus respuestas se refieren a la pregunta que realmente se ha hecho.
- Realice con sus estudiantes prácticas con exámenes pasados. Entrénelos para que presten atención al número de puntos adjudicados a cada sub-pregunta y de este modo se aseguren cubrir el número suficiente de aspectos como para obtener la puntuación total asignada.

## Prueba 1 del Nivel Medio

### Bandas de calificación del componente

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-7	8-13	14-19	20-22	23-25	26-28	29-30

### Comentarios generales

Esta prueba constó de 30 preguntas sobre el Tronco Común (TC) y se realizó sin calculadora ni cuadernillo de datos. Para cada pregunta se dieron cuatro respuestas posibles y se adjudicó puntuación por cada respuesta correcta sin efectuar deducción por las respuestas incorrectas.

Las opiniones de los profesores con respecto a esta prueba se recogieron por medio de los 21 impresos G2 recibidos. En comparación con la prueba del año pasado, más de la mitad de los que respondieron opinó que el nivel fue similar y la mayoría de los restantes lo consideraron un poco más fácil. Casi todos opinaron que el nivel de dificultad fue apropiado. Casi dos tercios consideraron que tanto la cobertura del programa como la claridad de expresión fueron buenas y el resto las consideró satisfactorias. Más de tres cuartos de los que respondieron consideraron que la presentación de la prueba fue buena y el resto la consideró satisfactoria.

### Aspectos destacables y dificultades en las preguntas individuales

El índice de dificultad (porcentaje de alumnos que responden cada pregunta correctamente) osciló entre el 90 y el 37% y el índice de discriminación, que señala en qué medida cada pregunta diferencia los alumnos de alta puntuación de los de baja puntuación, osciló entre 0,68 y 0,16 (Cuanto mayor es el valor, mejor es la diferenciación).

Sólo se realizaron comentarios sobre dos preguntas individuales

#### Pregunta 6

Algunos de los que respondieron sugirieron que la respuesta correcta era la D pero también podía ser correcta la A. Aunque la respuesta A (los electrones absorben energía a medida que se mueven desde niveles energéticos bajos a niveles energéticos altos) es una descripción correcta del proceso que ocurre, este proceso no conduce directamente a la formación de un espectro de emisión, como se indicó claramente en el enunciado de la pregunta. Este hecho no constituyó problema alguno para los alumnos puesto que el 73% eligió la respuesta correcta (D) mientras que el 10% eligió la respuesta A.

#### Pregunta 9

Un encuestado respondió que la comparación de los tipos de enlace y fuerzas intermoleculares podría confundir a los alumnos. Aceptamos que la expresión “enlace de hidrógeno” describe un tipo de fuerzas intermoleculares en lugar de un enlace (covalente, iónico o metálico); sin embargo, en el programa de estudios (E.E. 4.3.1) se deja claro que el enlace de hidrógeno es el tipo de fuerza intermolecular más potente y que su fuerza es menor que la de los enlaces covalentes. El 52% de los alumnos eligieron la respuesta correcta (A), aunque el 39% eligió la respuesta C (creyendo que los enlaces de hidrógeno eran más fuertes que los enlaces covalentes). La pregunta discriminó bien, con un valor de 0,51.

## Prueba 2 del Nivel Medio

### Bandas de calificación del componente

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-7	8-15	16-21	22-28	29-34	35-41	42-50

### Comentarios generales

Esta prueba puso de manifiesto el amplio espectro de capacidades de los alumnos. Algunos tuvieron que esforzarse aún en los conceptos más elementales mientras que otros demostraron una excelente comprensión profunda del curso de nivel medio. Esto trajo como consecuencia el rango de notas fuera amplio, desde la puntuación total hasta cero. En general, la expresión de las respuestas fue imprecisa y las explicaciones fueron frecuentemente imprecisas y repetitivas. En algunos colegios los alumnos no parecieron estar familiarizados con la mayoría de los materiales del temario, dejando partes de la prueba en blanco. Los alumnos deben prestar especial atención a los puntos adjudicados a la pregunta y escribir sus respuestas de acuerdo con ello. Se deben mostrar los cálculos claramente y siempre que corresponda, se debería controlar la exactitud, las cifras significativas y las unidades.

Los profesores enviaron sus opiniones por medio de los 20 impresos G2 recibidos. En comparación con la prueba del año pasado, el 79% opinó que el nivel fue similar, el 14% pensó que fue un poco más fácil y el 7% lo consideró un poco más difícil. Todos los que respondieron pensaron que el nivel de dificultad era apropiado. El 47 % consideró que la cobertura del programa fue satisfactoria y el 55% la consideró buena. El 65% consideró buena la claridad de expresión y el 35% la consideró satisfactoria. El 80% de los que respondieron consideró que la presentación de la prueba fue buena y el 20% la consideró satisfactoria.

### Áreas del programa y el examen difíciles para los alumnos

- Definición de velocidad de reacción
- Definición de energía de ionización y ecuación que representa la primera energía de ionización del aluminio
- Reacción del litio con agua e indicación de dos observaciones
- Solución buffer
- Oxidación del etanol para obtener etanal y ácido etanoico.

### Áreas del programa y el examen en las que los alumnos demostraron estar bien preparados

- Fórmula empírica
- Dos formas de aumentar la velocidad de reacción
- Número de partículas subatómicas en diferentes especies.
-  ción de equilibrio y principio de Le Chatelier
- Energía
- Series homólogas

## Aspectos destacables y dificultades en las preguntas individuales

### Sección A

#### Pregunta 1

- a) La mayoría de los alumnos obtuvieron la fórmula empírica correcta aunque algunos no tuvieron en cuenta el oxígeno en el compuesto orgánico.
- b) Numerosos alumnos encontraron difícil esta pregunta. Los errores comunes fueron no convertir los grados Celcius en Kelvin y no usar el valor correcto de la constante R de los gases.
- c) Los alumnos que determinaron la masa molecular correctamente resolvieron bien este apartado.
- d) También resolvieron bien este apartado, pero algunos nombraron incorrectamente el ácido como 3-metilbutanoico.

#### Pregunta 2

- a) La mayoría de los alumnos no fue capaz de definir velocidad de reacción correctamente. Algunos errores comunes fueron *'el tiempo que tarda una reacción en completarse'* o *'el tiempo que tardan los reactivos en formar los productos'*.
- b) (i) Hubo algunas respuestas buenas en este apartado, pero muchas fueron imprecisas como *'hubo menos colisiones o las partículas no tenían energía de activación'*.  
 (ii) Dieron buenas razones para explicar el aumento relativamente grande de velocidad debido a un pequeño aumento de temperatura. Nuevamente, algunos escribieron *'más colisiones'* en lugar de *'colisiones más frecuentes'* o *'más colisiones por unidad de tiempo'*.  
 (iii) La mayoría respondió acertadamente este apartado, una minoría se refirió a la superficie de contacto, aún cuando la reacción implicaba dos gases.

#### Pregunta 3

- a) Muchos alumnos demostraron un buen conocimiento del número de protones, electrones y neutrones de las especies presentes.
- b) La mayoría de las respuestas fueron correctas.
- c) La mayoría de los alumnos escribió la distribución electrónica correcta, pero algunos tuvieron dificultades para deducir la fórmula correcta del bromuro de calcio.

#### Pregunta 4

- a) Sólo una minoría fue capaz de escribir correctamente la definición de energía de ionización y la ecuación relevante. En muchos casos, omitieron indicar que todas las especies estarían en estado gaseoso.
- b) La mayoría de las respuestas fueron correctas.
- c) Sólo algunos escribieron correctamente la ecuación que representa la reacción entre el litio y el agua. Los errores más habituales fueron escribir una ecuación no ajustada de formación del óxido en lugar del hidróxido y la formación de  $H^+(aq)$  en lugar de  $H_2$  gaseoso. Un número elevado de alumnos no fue claro respecto del término observaciones y escribieron cambios que no era posible observar. Por ejemplo, *el litio se oxida, se forma una base, es una reacción redox, el pH aumenta, etc.*

## Sección B

### Pregunta 5

- a) (i) Muchos alumnos omitieron la palabra ‘estándar’ al nombrar el término  $\Delta H^\ominus$ . La mayoría indicó correctamente que la temperatura aumentaría porque es una reacción exotérmica.
- (ii) Resolvieron relativamente bien este apartado y la mayoría indicó que el valor de  $\Delta H^\ominus$  sería más negativo si se formara  $\text{SO}_3$  sólido en lugar de  $\text{SO}_3$  gaseoso.
- (iii) La mayoría obtuvo el valor correcto,  $-389 \text{ kJ}$ .
- (iv) Muchos se dieron cuenta de que el desorden era menor en los productos y que el signo de  $\Delta S^\ominus$  para la reacción era negativo.
- c) (i) Sólo una minoría fue capaz de dar la definición correcta de entalpía media de enlace. En muchos casos, no indicaron que todas las especies debían estar en estado gaseoso.
- (ii) La mayoría de los alumnos no fue capaz de dar una respuesta satisfactoria a este apartado y escribió respuestas imprecisas o incorrectas.
- (iii) Resolvieron bien este cálculo, la respuesta final era  $-37 \text{ kJ}$ . Algunos se confundieron el signo mientras que otros usaron valores incorrectos de cuadernillo de datos.
- (iv) En general, representaron correctamente el diagrama entálpico, aunque algunos no identificaron los ejes.
- (v) Muchos indicaron que la variación de entalpía sería casi la misma porque se formaban y rompían el mismo número y tipo de enlaces.

### Pregunta 6

- a) (i) La mayoría de los alumnos escribió la expresión de equilibrio correcta de la constante de equilibrio, ( $K_c$ ) para la reacción dada. Explicaron bien el significado de las partes horizontales de las líneas del gráfico y dedujeron el valor correcto de  $K_c$ .
- (ii) La mayoría de los alumnos predijo y explicó correctamente el efecto de aumentar la temperatura sobre la posición de equilibrio.
- (iii) La mayoría de los alumnos predijo y explicó correctamente el efecto de aumentar la presión sobre la posición de equilibrio.
- (iv) Sólo algunos respondieron esta pregunta logrando los seis puntos, mientras que muchos no recibieron la puntuación total porque omitieron algunos de los efectos del catalizador sobre la posición de equilibrio y  $K_c$ .
- b) (i) La mayoría indicó que el ácido orgánico X era el menos ácido.
- (ii) Muchos escribieron respuestas correctas pero omitieron mencionar que el ácido Y era 10 veces más ácido que el ácido Z.
- (iii) Muchos alumnos fueron capaces de ordenar los tres ácidos de forma decreciente respecto de su conductividad eléctrica y razonaron adecuadamente. Algunos escribieron electrones en lugar de iones.
- (iv) Sólo algunos indicaron correctamente que se debería añadir NaOH o una sal de sodio al ácido X para formar una solución buffer.

### Pregunta 7

- a) La mayoría de los alumnos describió bien las tres características de los miembros de la serie homóloga de los alquenos
- b) Muchos alumnos indicaron correctamente que el 2-buteno es el alqueno que posee mayor punto de ebullición, pero no razonaron adecuadamente en sus explicaciones. Algunos

indicaron que *‘el 2-buteno tiene mayor punto de ebullición porque tiene mayor número de enlaces para romper’*.

- c) La mayoría de los alumnos escribió correctamente la fórmula estructural del alqueno que contiene cinco átomos de carbono.
- d) Muchos reconocieron esta reacción como una adición y generalmente escribieron la ecuación correcta y la estructura del producto orgánico.
- e) En este apartado muchos tuvieron dificultades. Las respuestas fueron imprecisas y sólo algunos fueron capaces de interpretar la pregunta correctamente.
- f) Algunos indicaron que la fuerza intermolecular presente en el 1-propanol, el propanal y el ácido propanoico es el enlace de hidrógeno en lugar de identificar la mayor fuerza intermolecular en los compuestos separadamente.

### Recomendaciones y asistencia para la enseñanza a futuros alumnos

- Recomendamos insistentemente que los profesores se refieran a exámenes pasados y sus esquemas de puntuación para ayudar a sus alumnos con la preparación de sus exámenes.
- Los alumnos deben conocer el significado de los diferentes verbos de acción que aparecen en los enunciados de evaluación y en las pruebas de examen.
- Los alumnos deben leer las preguntas cuidadosamente y prestar atención a la puntuación total adjudicada. Deben mostrar el trabajo en todos los cálculos para maximizar la probabilidad de obtener la puntuación por arrastre de errores.
- Los alumnos se deben asegurar de que cubren suficientemente los diferentes aspectos de la pregunta como para obtener la puntuación total asignada a la pregunta.
- Los alumnos deben escribir las respuestas a la Sección A en la prueba de examen y no en hojas separadas. Además, las respuestas no deberían estar escritas en lápiz y deberían evitar el subrayado con bolígrafo rojo.

### Prueba 3 del Nivel Medio

#### Bandas de calificación del componente

<b>Nota final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Puntuaciones:</b>	0-6	7-12	13-18	19-22	23-26	27-30	31-40

#### Comentarios generales

En general, el rango de notas obtenido en esta prueba 3 fue muy amplio. Algunos, que trataron de responder alguna de las opciones demasiado difíciles para las que no estaban realmente bien preparados, puntuaron bajo. También, en algunas de las opciones, hubo respuestas muy buenas que merecieron puntuaciones muy altas. Todos intentaron resolver sólo dos opciones.

#### Áreas del programa y del examen que presentaron dificultades para los alumnos

La mayoría de los alumnos demostraron estar bien preparados para responder las opciones que eligieron, pero una minoría eligió la Opción E (Industrias Químicas) y las respuestas fueron muy pobres o bien no respondieron todas las preguntas que se hacían y de esta forma, perdieron muchos puntos. La opción F tampoco fue muy popular entre los alumnos, pero las respuestas fueron mejores y

obviamente merecieron mayores puntuaciones. Algunos alumnos aún pierden puntos dando respuestas demasiado superficiales o con poco contenido de química. Aún hay alumnos que no comprenden los procesos de fusión y ebullición de las sustancias. Las áreas en las que parecieron tener más dificultades fueron:

- Mecanismos de reacción
- Constante de velocidad y sus unidades
- pH de buffer
- Métodos de detección de alcohol
- Principales efectos secundarios de algunas drogas
- Cálculo del número de yodo
- Diferencias entre grasas y aceites, especialmente sus estructuras
- Extracción de aluminio
- Pilas

### **Áreas del programa y el examen en las que demostraron estar bien preparados**

En general, esta fue una prueba sencilla. La mayoría de los alumnos demostró que estaba familiarizada con el material de las opciones elegidas. Los alumnos de algunos centros eligieron opciones diferentes, pero los alumnos de los colegios en los que se eligió misma la opción, se desempeñaron mucho mejor. La prueba discriminó bien, los mejores alumnos dieron respuestas muy buenas demostrando que estaban bien preparados. En general, los alumnos limitaron bien sus respuestas a los espacios provistos.

Las áreas que se supieron y comprendieron bien fueron:

- Orden de reacciones
- Ácidos débiles,  $K_w$  y  $K_a$ .
- Neutralización, antiácidos
- Analgésicos
- Vitaminas
- Contaminantes primarios
- Tratamiento de agua

### **Aspectos destacables y dificultades en las preguntas individuales**

#### **Opción A – Ampliación de física química y orgánica**

##### **Pregunta 1**

- a) Casi todos dedujeron el orden correcto de la reacción con respecto al  $O_2$ . En algunas respuestas erróneas indicaron que el orden era cero ó  $\frac{1}{2}$ .
- b) La deducción del orden de reacción con respecto al  $NO$  fue un poco más difícil. Algunos alumnos indicaron que el orden era 1 ó 3, pero la mayoría indicó correctamente que era de segundo orden.

- c) La expresión de velocidad de la reacción dada no causó ninguna dificultad.
- d) La sustitución de los valores de velocidad y las concentraciones se hizo correctamente y el valor de la constante de velocidad calculado fue correcto:  $1,75 \times 10^2$ , pero escribir correctamente las unidades resultó difícil. Las unidades eran  $\text{dm}^6 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ .
- e) En esta sección muchos alumnos perdieron algunos puntos. Los mecanismos posibles que escribieron no siempre fueron coherentes con la expresión de velocidad, o bien indicaron que se trataba de mecanismos de reacción  $\text{S}_{\text{N}}1$  o  $\text{S}_{\text{N}}2$ . En general, los alumnos fueron capaces de identificar la etapa determinante de la velocidad de reacción como aquella en que se forma el  $\text{NO}_2$ .

### Pregunta 2

- a) En esta pregunta los alumnos también tuvieron problemas, pero un gran número de ellos escribió las ecuaciones correctas para ilustrar el mecanismo  $\text{S}_{\text{N}}1$  de la reacción. Escribieron correctamente el carbocatión en la ecuación de ionización del compuesto orgánico y luego la ecuación mostrando la formación del enlace.
- b) Muchos alumnos identificaron correctamente la etapa determinante de la velocidad de la reacción e indicaron la razón correcta diciendo que esa era la etapa lenta o que era la etapa en la que se rompía el enlace.
- c) (i) En este apartado, hubo muchas buenas respuestas en las que afirmaron que la velocidad de la reacción entre el 2-cloro-2-metilpropano y el KOH sería menor que la de la reacción entre el 2-yodo-2-metilpropano y el KOH porque el enlace C-Cl era más fuerte que el enlace C-I y, por lo tanto, sería más difícil de ionizar o romper.  
(ii) De la misma forma, muchos indicaron correctamente que la velocidad de la reacción del 2-yodo-2-metilpropano con KOH no se vería afectada por un aumento de concentración del KOH porque la cinética de dicha reacción era de primer orden, por lo tanto el KOH (agente nucleófilo) no estaba implicado en la etapa determinante de la velocidad de reacción, por lo que su concentración no afectaba la velocidad.

### Pregunta 3

- a) (i) Casi todos los alumnos escribieron la expresión correcta de la constante del producto iónico del agua,  $K_w$ . Un error frecuente fue escribir  $[\text{H}_2\text{O}]$  en el denominador.  
(ii) La mayoría calculó correctamente la concentración de  $\text{H}^+$  a 310 K, obteniendo el valor  $1,5 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ .
- b) (i) La ecuación que representa la reacción del ácido láctico con agua no causó problemas. Uno de los errores principales fue no usar la doble flecha para mostrar que la ionización ácido en agua no era completa o que se trataba de un ácido débil.
- c) (ii) La mayoría escribió la expresión correcta de la ionización del ácido láctico.  
(iii) La mayoría de los alumnos calculó correctamente el pH cuyo resultado era 2,3.  
(iv) Calcularon correctamente el valor del pH de la solución que contiene ácido y sal de sodio en proporciones iguales, cuyo resultado era 3,85. Algunos lo determinaron o calcularon usando la expresión de la constante de ionización.

### Opción B – Medicinas y Drogas

#### Pregunta 1

- a) La mayoría escribió correctamente la ecuación ajustada que representa la reacción del HCl con el hidróxido de magnesio y algunos escribieron la ecuación del HCl con el hidróxido de aluminio. La mayor pérdida de puntos se debió a la escritura incorrecta de las fórmulas  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  o  $\text{AlCl}_3$  o por no ajustar las ecuaciones dadas.

- b) Identificaron correctamente al  $\text{Al}(\text{OH})_3$  como el antiácido que neutralizaría mayor cantidad de HCl en el estómago.
- c) Sólo algunos se dieron cuenta de que usar NaOH para neutralizar el ácido en el estómago sería incorrecto porque el NaOH atacaría los tejidos estomacales por ser un álcali fuerte.

**Pregunta 2**

- a) No muchos alumnos sabían que la función o rol del dicromato(VI) de potasio era la de agente oxidante y que aceptaría electrones. La mayoría indicó un color, amarillo, anaranjado o verde, pero no indicaron el cambio de color que se preguntaba.
- b) Las respuestas a esta pregunta fueron algo desafortunadas. No muchos escribieron la respuesta correcta que era cromatografía gas-líquido y espectroscopía infrarrojo.
- c) El efecto perjudicial de la aspirina que omitieron fue la hemorragia estomacal, especialmente cuando se toma con alcohol.
- d) Los dos grupos funcionales presentes en los dos antidepresivos eran el grupo cetónico o carbonilo y el grupo amino. No muchos escribieron ambas respuestas correctamente.

**Pregunta 3**

- a) (i) La mayoría escribió correctamente el efecto de la aspirina diferente de la reducción del dolor, que es común con el paracetamol (acetaminofeno), su acción antipirética o que reducía la fiebre.  
(ii) Una ventaja de la aspirina que no es común con el paracetamol, era que la aspirina es un antiinflamatorio o que tiene propiedades anticoagulantes o que se usa para prevenir ataques al corazón.
- b) (i) Los grupos funcionales comunes en la morfina, la codeína y la heroína eran los grupos éter, alqueno o doble enlace de carbono a carbono o amina.  
(ii) La mayoría indicó correctamente que el efecto principal de la morfina es calmar el dolor, pero la mayoría omitió el efecto secundario, el estreñimiento.
- c) (i) La mayoría explicó bien el significado del término  $\text{DL}_{50}$ . Algunas respuestas erróneas fueron: es la cantidad de droga que se administra a un paciente dependiendo del tamaño de la persona, el % de sustancia que se encuentra en el cuerpo después de la ingestión.  
(ii) También un elevado número de alumnos se dio cuenta de que la heroína era más tóxica porque su  $\text{DL}_{50}$  era 4 y la de la morfina era 20.

**Opción C – Bioquímica humana**

**Pregunta 1**

- a) (i) La mayoría de los alumnos identificó correctamente las formas alfa y beta de la glucosa como los diagramas A y B respectivamente.  
(ii) Muchos respondieron “sí” a esta pregunta, que ambas estructuras cíclicas de la glucosa serían enantiómeras. Sólo algunos dieron la respuesta correcta indicando que no lo eran por no ser imágenes especulares, o que ambos eran isómeros D o porque el grupo OH presente en el C1 estaba debajo del plano en una de las formas y encima del plano en la otra forma.  
(iii) La mayoría afirmó correctamente que los átomos de carbono 1 y 6 de la estructura B no eran quirales, pero algunos indicaron que el átomo de carbono 4 tampoco era quiral.
- b) La mayoría dibujó bien la estructura cíclica de la galactosa y dada la forma correcta, se trataba del isómero beta. Algunos representaron el grupo OH del C4 debajo del plano.
- c) Todos indicaron correctamente que una de las principales funciones de los polisacáridos era el almacenamiento de energía o reserva de energía.

### Pregunta 2

- a) (i) Algunos no fueron capaces de determinar el número correcto de enlaces dobles de carbono a carbono que contiene el ácido linoleico a partir de las fórmulas moleculares dadas.
- (ii) El cálculo del índice de yodo les resultó difícil. Sabiendo que el ácido linoleico tenía dos enlaces dobles, resulta que 280,5 g de ácido linoleico reaccionaría con 507,6 g de yodo, por lo tanto 181 g de yodo se adicionarían a 100 g de ácido linoleico.
- b) (i) No respondieron apropiadamente esta pregunta. No muchos alumnos dijeron que las grasas y aceites son triglicéridos o triésteres formados por glicerina y ácidos grasos. La mayoría sencillamente señaló que eran “ésteres”
- (ii) En general, sólo respondieron esta pregunta parcialmente bien. La mayoría mencionó la presencia de enlaces dobles de carbono a carbono en los aceites, y no en las grasas, pero no todos mencionaron que la mayor debilidad de las fuerzas intermoleculares de van de Waals presentes se debe al hecho de que las cadenas insaturadas de los aceites estarían menos cercanas entre sí. Algunos demostraron gran confusión puesto que indicaron que las grasas eran saturadas y por eso tenían dobles enlaces o que las grasas eran insaturadas con dobles enlaces. Algunos también afirmaron que los aceites eran líquidos porque los enlaces presentes entre carbono y carbono fáciles de romper y no hablaron de fuerzas intermoleculares. Algunos afirmaron que los aceites tenían enlaces dobles y debido a que esos enlaces eran más débiles los aceites tenían menor punto de fusión.
- c) (i) Para que se produjera la reacción entre grasa y solución de NaOH era necesario elevar la temperatura. Algunos afirmaron incorrectamente que se necesitaba agua o un catalizador.
- (ii) El otro producto que se forma, además del jabón era la glicerina. Algunos afirmaron que era agua, otros H<sub>2</sub>. No siempre escribieron la fórmula estructural del 1,2,3-propanotriol.

### Pregunta 3

- a) La mayoría escribió los tres nombres correctos de las enfermedades causadas por el déficit de las vitaminas A, C y D. Algunos escribieron síntomas en lugar de nombrar las enfermedades pedidas.
- b) Una amplia mayoría sabía que la vitamina C era soluble en agua y por ello sería excretada del cuerpo y que la vitamina D se almacenaría porque es soluble en grasas.

### Opción D – Química ambiental

#### Pregunta 1

- a) (i) La mayoría identificó correctamente los dos principales contaminantes primarios, CO y NO<sub>x</sub>, pero omitieron otros como los hidrocarburos. Todos afirmaron correctamente que el CO se produce durante la combustión incompleta de los hidrocarburos, pero no todos afirmaron que los NO<sub>x</sub> se producen por acción de las elevadas temperaturas que se alcanzan en los motores de combustión interna.
- (ii) Frecuentemente, no ajustaron la ecuación que representa la reacción entre dos contaminantes primarios en un convertidor catalítico o bien escribieron O<sub>2</sub> como reactivo o en ocasiones como producto.
- (iii) La mayoría de los alumnos indicaron correctamente la fuente del dióxido de azufre atmosférico natural y la derivada de la acción humana.
- b) Esta pregunta fue bastante difícil para la mayoría de los alumnos. Algunos de ellos mencionaron algunos de los usos de los HFC o si eran una buena o mala solución para el problema o que deberían tener bajo punto de fusión.

### Pregunta 2

- a) Hubo respuestas muy buenas sobre los tres métodos diferentes para transformar agua de mar en agua potable. Especialmente, muchos escribieron bien las características de la ósmosis inversa, indicando sus puntos principales de forma concisa. Algunos no nombraron correctamente los 3 métodos, pero explicaron algunas de las características, por consiguiente perdieron puntos.
- b) La mayoría de los alumnos indicó las dos diferencias entre el agua potable tratada con cloro y ozono, pero algunos no escribieron la semejanza correcta, que el cloro y el ozono son ambos agentes oxidantes y por eso matan a los microorganismos como las bacterias. Algunos sencillamente dijeron que ambos, el cloro y el ozono, purifican o limpian el agua o que ambos dan buen resultado en la purificación del agua.

### Opción E – Industrias químicas

#### Pregunta 1

- a) No todos los alumnos que intentaron contestar esta pregunta escribieron respuestas completas, omitieron comparar la reactividad del Al con la del C. No era suficiente decir que el aluminio era muy reactivo.
- b) La fuerte atracción entre los iones de elevada densidad de carga es la razón por la cual la alúmina tiene elevado punto de fusión.
- c) Muchos sabían que la criolita fundida se usaba para disminuir el punto de fusión de la alúmina. Una de las respuestas incorrectas fue: se agrega para eliminar impurezas.
- d) Hubo buenos intentos de resolver este apartado sobre ecuaciones iónicas. Algunos omitieron las cargas o las escribieron mal.
- e) Los electrodos positivos se debían reemplazar porque reaccionan con el oxígeno (están hechos de grafito). Nuevamente, algunos no respondieron esta pregunta claramente ya que afirmaron que se los debía reemplazar porque acumulaban impurezas en su superficie.

#### Pregunta 2

- a) La otra función era la de actuar como agente reductor, reduciendo al óxido de hierro.
- b) La impureza que elimina el óxido de calcio es el  $\text{SiO}_2$ , y se debe a que el CaO era básico y el  $\text{SiO}_2$  ácido.
- c) (i) Muchos no sabían qué otras dos sustancias que se añaden al convertidor básico de oxígeno. Las sustancias eran oxígeno y carbonato de calcio o piedra caliza y no justamente carbono.  
(ii) La función de esas dos sustancias era: oxígeno para oxidar las impurezas y luego las impurezas oxidadas reaccionaban con la piedra caliza.
- d) Hubo algunas buenas respuestas, pero algunos escribieron respuestas erróneas como: el Al resiste la corrosión porque no forma enlace con el oxígeno; o el Al resiste la corrosión porque es anfotérico.

#### Pregunta 3

- a) La mayoría de los alumnos indicó los nombres correctos y las fórmulas de los productos formados en los tres tipos de proceso de reformado.
- b) Muchos alumnos explicaron muy bien las razones por las que se deben eliminar los compuestos de azufre del petróleo crudo.
- c) El sub-producto de los productos de cracking y reformado era el hidrógeno ( $\text{H}_2$ ).

## Opción F – Combustibles y energía

### Pregunta 1

- a) El cálculo de la cantidad de energía resultó ser difícil para la gran mayoría, pero aquellos que lo hicieron correctamente, en general mostraron su trabajo y obtuvieron los valores correctos de 55,6 kJ y 48,4 kJ para el gas natural y el petróleo respectivamente. Algunos ni siquiera trataron de responder esta pregunta, otros equivocaron el cálculo de la masa del  $C_8H_{18}$ .
- b) (i) Sólo muy pocos alumnos afirmaron que la eliminación de los compuestos sulfurados del carbón era difícil.  
 (ii) La mayoría de los alumnos explicó correctamente que la mayor parte de los óxidos de nitrógeno se producían debido a la elevada temperatura que se alcanza en los motores de combustión interna.  
 (iii) Casi todos los alumnos sabían que el CO se produce por la combustión incompleta de todos los combustibles fósiles.
- c) En general, la ecuación que representa la formación de CO por combustión de metano se hizo bien, pero en ocasiones no la ajustaron correctamente.
- d) Algunos resolvieron bien este cálculo. Algunos usaron la ecuación de combustión incompleta del metano en lugar de usar la ecuación de la combustión completa del metano que se les pedía. Suponiendo que el aire contiene cerca de 20% de oxígeno en volumen, la combustión completa de 100 dm<sup>3</sup> de metano puro necesitaba 1000 dm<sup>3</sup> de aire.
- e) No muchos respondieron esta pregunta correctamente. Dos de las propiedades que hacen que los componentes presentes en la gasolina sean adecuados para su uso en un motor de combustión interna son el hecho de que la gasolina es un líquido a temperatura ambiente y que se transforma en vapor con facilidad.
- f) Algunos alumnos escribieron la fórmula del octano en lugar de la fórmula del heptano. Caso siempre escribieron correctamente la fórmula estructural del 2,2,4-trimetilpentano.
- g) La fracción de petróleo crudo que se usa como combustible de aviación era el queroseno.

### Pregunta 2

- a) No muchos fueron capaces de escribir las semiecuaciones que se producen durante la descarga. En ocasiones omitieron los electrones o los iones hidrógeno o el  $PbSO_4$  aparecía como reactivo en las ecuaciones.
- b) Muchos identificaron correctamente al Pb como agente reductor, pero hallar el agente oxidante resultó más difícil. Citaron como tal alguno de los siguientes:  $PbSO_4$ , Pb, S.
- c) Sólo muy pocos alumnos mencionaron una posible variación en el electrolito. Esa variación posible era disminución de la concentración, densidad o acidez o aumento de pH.
- d) La mayoría respondió bien esta pregunta.

## Recomendaciones y asistencia para la enseñanza a futuros alumnos

- Los alumnos deberían practicar durante todo el año con preguntas de exámenes pasados y esquemas de puntuación.
- Los alumnos deberían prestar atención al número de puntos asignados a cada sub-pregunta y al espacio dado para la respuesta requerida.
- Los alumnos deberían centrarse en la comprensión de la química implicada en dos de las opciones, en vez de memorizarlas.
- Los alumnos deberían leer las preguntas cuidadosamente y responder la pregunta que se hace, en lugar de realizar comentarios generales.

- Los alumnos deberían familiarizarse con los diferentes tipos de mecanismos de reacción resolviendo muchos ejemplos.