

Informes generales de las asignaturas, mayo de 2015

## Química Zona horaria 2

Límites de calificación de la asignatura

### Nivel Superior

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 17	18 - 31	32 - 42	43 - 53	54 - 66	67 - 77	78 - 100

### Nivel Medio

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 16	17 - 30	31 - 42	43 - 52	53 - 63	64 - 74	75 - 100

Evaluación interna

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 8	9 - 16	17 - 22	23 - 27	28 - 33	34 - 38	39 - 48

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

Para los colegios de la convocatoria de mayo, fue la última vez que se evaluó a los alumnos con los criterios Diseño, OPD, CE, TM y AP conjuntamente con sus aspectos asociados.

Como es de esperar en esta etapa del ciclo vital de la evaluación interna, las variaciones fueron poco significativas en cuanto al ámbito y la adecuación del trabajo entregado. Como siempre, además de bastantes buenos trabajos de colegios en los que se brindó a los alumnos oportunidades apropiadas para lograr el éxito, hubo algunos ejemplos de prácticas poco adecuadas con alumnos a los que se les proporcionaron tareas prescriptas y simplistas que no les permitieron llegar a cumplir los criterios.

A pesar de que hubo muchos ejemplos de buenas prácticas, algunos colegios siguen enfocando la evaluación del criterio Diseño de forma poco imaginativa y necesitarán un cambio radical con el nuevo esquema de evaluación interna que se implantará a partir de la convocatoria de mayo de 2016. Muchos colegios evaluaron el criterio Diseño solamente mediante dos ejercicios teóricos a los que no siguió ninguna implementación. Esto debe cambiar puesto que la nueva investigación individual requiere que se obtengan y analicen los datos.

Otros colegios permitieron que sus alumnos llevaran a cabo sus planes, pero como las tareas que habían fijado eran muy limitadas sus alumnos diseñaron básicamente la misma investigación. Será decepcionante si el nuevo modelo continúa produciendo una serie tan limitada de investigaciones similares basadas en la velocidad de reacción del magnesio o el carbonato de calcio con ácido clorhídrico y el calor de combustión de los alcoholes. Estas tareas son demasiado conocidas por el trabajo previo al IB y se encuentran fácilmente en Internet. En comparación con los interesantes proyectos centrados en los alumnos que se fomentan en otros grupos de asignaturas, el hecho de que se hayan fijado unas metas tan limitadas y tan poco exigentes para la evaluación interna a grupos de alumnos con grandes capacidades no ha estado a la altura de la Química del Programa del Diploma del IB. Esto ha sido de los principales impulsores de los muy importantes cambios que ahora se implementan.

Un pequeño número de colegios demostró que se está adaptando de forma dinámica a los nuevos requisitos y propuso uno o dos proyectos individuales centrados en los alumnos que fueron evaluados de acuerdo con los viejos criterios. Estos colegios demostraron que es posible favorecer el nuevo enfoque individualizado. Los proyectos que alcanzaron el éxito fueron generalmente bastante simples en cuanto a su diseño experimental, pero generaron datos personalizados que aseguraron que el informe final fuera el resultado de los esfuerzos del propio alumno.

## Desempeño de los alumnos con relación a cada criterio

### Diseño

Con frecuencia, los resultados en el criterio Diseño fueron buenos y los aspectos que mejor se cumplieron fueron el primero y el tercero. La mayoría de los alumnos fue capaz de redactar una pregunta de investigación adecuada y de identificar las variables pertinentes, y de forma similar, muchos planificaron la realización de mediciones basándose en cinco o más valores de la variable independiente. La consecución del segundo aspecto que se refiere al control de las variables fue menor. Muchos alumnos no controlaron las variables identificadas, o bien las

controlaron de forma inapropiada, como el uso de aparatos de aire acondicionado para controlar la temperatura ambiente, en lugar de pensar cómo controlar la temperatura de la reacción.

Un problema frecuente fue que un gran número de alumnos redactó sus procedimientos de diseño sin prestar suficiente atención a los detalles para que el lector comprendiera exactamente qué se debía hacer y cómo se manipularían o controlarían las variables. Los fallos más habituales fueron no incluir detalles sobre la preparación de las soluciones estándar, el tipo de material de vidrio volumétrico utilizado, no indicar cómo se construyó el puente salino de una pila o bien olvidarse de secar el electrodo en una investigación sobre electrodeposición. La nueva investigación individual en la que los alumnos deberán realmente llevar a cabo y refinar sus procedimientos será una mejora en este aspecto.

Hubo un uso reiterado de ambigüedades lingüísticas en la pregunta de investigación o en las variables identificadas. Los alumnos usaron el término “cantidad” cuando debían especificar si se referían a moles, masa, volumen de solución, etc. Otra confusión lingüística fue el uso de los términos “disolución” y “reacción”. Hubo alumnos que discutieron sobre la disolución de la cinta de magnesio en ácido o cosas similares. Estos son aspectos que se deberían tener en cuenta como parte del nuevo criterio de Comunicación.

### Obtención y procesamiento de datos

Con frecuencia, se cumplió bien este criterio, aunque en ocasiones se sobrevaloró a algunos alumnos por determinar simplemente una media, incluir los datos brutos en los ejes de los gráficos sin haberlos procesado cuantitativamente en profundidad (con frecuencia simplemente por presentar los datos brutos que se obtienen del registrador) o presentar un gráfico de barras inapropiado.

El aspecto 1 fue el que se cumplió mejor y la mayoría fue capaz de presentar los datos brutos claramente con las incertidumbres e incluir los datos cualitativos relevantes. Cuando las tareas lo permitieron, se alcanzaron buenos resultados también en el aspecto 2, en el que los cálculos de entalpía fueron especialmente productivos. Hubo pocos procesamientos gráficos que resultaran difíciles, como evidenciaron la determinación de la energía de activación. El aspecto 3 sigue siendo el más exigente. Solo una minoría de alumnos propagó bien las incertidumbres y no se citaron las respuestas finales de forma uniforme en cuanto al número apropiado de cifras significativas. Además, se representaron mal muchos gráficos. Hubo líneas de ajuste inapropiadas (generalmente, el uso de la función polinómica de Excel para generar curvas con mínimos o máximos falsos dejó mucho que desear) o ejes rotulados erróneamente.

### Conclusión y evaluación

Conclusión y evaluación continúa siendo el criterio más exigente y pocos alumnos alcanzaron el nivel más alto en los tres aspectos. Esto no sorprende puesto que este criterio requiere que los alumnos realmente comprendan el significado de los datos que obtienen y este es un tipo de pensamiento complejo que no se puede encontrar con facilidad en los libros de texto o páginas web.

Con respecto al aspecto 1, fue habitual que los alumnos compararan sus resultados con los valores publicados cuando les fue posible y un número importante de ellos fue capaz de identificar si la diferencia indicaba la presencia de error sistemático o se podría explicar por la presencia de error aleatorio solamente. Esta es una consideración importante que también será aplicable a la nueva investigación individual.

Un problema con el que los profesores se enfrentarán con más frecuencia en la nueva investigación individual será cómo evaluar el criterio evaluación cuando la investigación que lleva a cabo el alumno no incluye la determinación de una cantidad que se pueda comparar con la literatura y el cálculo de un porcentaje de error, sino que implica la determinación de una tendencia. En tales casos, el alumno debe intentar describir la naturaleza de la tendencia y compararla con la teoría aceptada. Por ejemplo, aún un alumno del NM es capaz de llegar a la conclusión de que la velocidad de una reacción aumenta o no en proporción directa con la concentración de uno de los reactivos. Esto se puede comparar con expectativas publicadas y discutir el posible impacto de los errores sistemáticos o aleatorios.

En el aspecto 2, muchos alumnos identificaron un buen número de limitaciones procedimentales relevantes o aspectos débiles, aunque una vez más solo una pequeña minoría de ellos fue capaz de aportar un comentario de valor sobre la dirección y la importancia relativa de la fuente del error.

La mayoría obtuvo por lo menos parte del aspecto 3, en el que hubo algunas sugerencias relevantes para mejorar la investigación, aunque una minoría importante solo fue capaz de proponer modificaciones superficiales o simplistas, como realizar más repeticiones o utilizar aparatos más precisos sin especificarlos.

## Técnicas de manipulación y aptitudes personales

Todos los colegios asignaron notas en estos criterios.

## Uso de TIC

La mayoría de los colegios marcaron los cinco requisitos TIC por lo menos una vez en el 4PSOW.

## Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

A partir de mayo de 2016, el marco de la evaluación interna cambia en lo fundamental y los profesores se deben valer de las orientaciones ofrecidas en la guía de la asignatura y el material de ayuda al profesor.

A continuación se ofrece el asesoramiento que se desprende de la sesión actual, pero que se puede proyectar en el nuevo marco.

- Animar a los alumnos a elegir una pregunta de investigación que constituya un desafío, por su propio interés, una en la que en el momento de comenzar no sepa cuál será el resultado.
- Una buena pregunta de investigación probablemente tratará de determinar una tendencia o una relación. Los alumnos deben evitar un simple análisis comparativo de

las marcas de supermercados u otros sistemas con variables independientes pertinentes no relativas a la química.

- Los alumnos deben incluir algo de la teoría en la que se fundamentan para establecer el contexto de la investigación.
- Con un tiempo de diez horas para facilitar una investigación significativa, se espera que los alumnos obtengan una cantidad de datos considerablemente mayor que las que se obtienen en la actualidad en las evaluaciones para diseño.
- Es prudente que se anime a los alumnos a mencionar aspectos relacionados con la seguridad, el ambiente o el impacto ético de su estudio.
- Animar a los alumnos a que reflexionen acerca de los datos a medida que llevan a cabo la investigación para poder decidir sobre la modificación del procedimiento o la obtención de más datos, si fuera preciso. Este es un buen indicador del verdadero compromiso y los alumnos pueden registrar las decisiones que vayan tomando.
- Al analizar sus datos, los alumnos deben mostrar una apreciación del impacto de las incertidumbres de las mediciones. Esto se podría evidenciar a través de la propagación de errores usando un protocolo adecuado por medio del cálculo, mediante la elaboración de un gráfico con la línea de ajuste apropiada y, muy probablemente, la inclusión de barras de error y siempre con un uso adecuado de cifras significativas. Puesto que las investigaciones individuales pueden tener muchos formatos diferentes, el profesor deberá decidir cuál es el tratamiento adecuado de las incertidumbres aplicable a la investigación.
- Si la investigación incluye el análisis de datos secundarios, los alumnos deben tener en cuenta las incertidumbres asociadas.
- Al finalizar, los alumnos deben extraer una conclusión y discutir su validez metodológica, pero además también deben compararla con los resultados esperados (si existen) basándose en una teoría aceptada.
- Si el resultado es cuantitativo, entonces se sigue esperando que lo comparen con los valores publicados, calculen el error porcentual y discutan sobre el impacto de los errores sistemáticos y aleatorios.
- Además de las modificaciones posibles, los alumnos deben también reflexionar sobre las posibles ampliaciones a su investigación.
- El criterio comunicación también introduce nuevos requisitos. Los procedimientos diseñados por los alumnos se deben redactar en pasado e incluir suficientes detalles como para que el lector sea capaz de reproducir el procedimiento del experimento.
- A pesar del requisito de obtener más datos y que el informe sea más detallado, existe un límite de extensión de 12 páginas. Esto significa que los alumnos deben ser concisos e inteligentes, y que deben evitar la tendencia actual del uso repetido de cortar y pegar para los cálculos o detalles procedimentales y la inclusión de páginas de registros de datos.
- Debe prestarse una mayor atención a citar adecuadamente las fuentes usadas para la teoría de referencia, las instrucciones procedimentales o los valores publicados. Esto constituye una consideración muy importante que se debe destacar claramente a los alumnos.
- No anime a los alumnos a escribir informes usando los títulos de los criterios como secciones del informe. En especial, el criterio Compromiso personal se debe evaluar a lo largo de todo el informe y no constituye una sección introductoria.

- Guarde una copia electrónica del trabajo por si fuera preciso enviar electrónicamente muestras para moderación, en lugar de enviarlo por un servicio de mensajería.

La información escrita o los comentarios sobre el trabajo de los alumnos, así como la forma en que se adjudicaron las notas, es de gran valor para los moderadores puesto que ellos tratan de respaldar toda interpretación sensata de los criterios de evaluación.

## Prueba 1 del Nivel Superior

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 10	11 - 14	15 - 19	20 - 23	24 - 28	29 - 32	33 - 40

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

8869 alumnos remitieron esta prueba, un 3 % de aumento respecto de 2014.

Esta prueba constó de 40 preguntas sobre los temas troncales y los temas adicionales del nivel superior (TANS) y se tenía que completar sin calculadora ni cuadernillo de datos. Cada pregunta tenía cuatro opciones, adjudicándose puntuación por las respuestas correctas, sin descontar por las incorrectas. Algunos alumnos *no* respondieron todas las preguntas.

Los siguientes son algunos datos estadísticos basados en 212 respuestas (de 847 colegios).

Comparación con la prueba del año pasado

Mucho más fácil	Un poco más fácil	De nivel similar	Un poco más difícil	Mucho más difícil
1	8	39	40	9

Pertinencia de la prueba

	Demasiado fácil	Adecuada	Demasiado difícil
Nivel de la prueba	1	82	18

	Muy mala	Mala	Reg ular	Buena	Muy buena	Excelente
Claridad de expresión	0	3	10	27	45	15
Presentación de la prueba	0	1	4	26	43	26

En los comentarios generales, se valoró a la prueba de bien proporcionada, muy justa, difícil, no difícil, más rigurosa, más estimulante y larga; en realidad hubo poco acuerdo, excepto en el hecho de que algunas de las preguntas fueron “complicadas”.

Hubo una queja acerca de la representación tridimensional de las moléculas en las preguntas 13 y 34. Se espera de los alumnos que sean capaces de interpretar diagramas como este, así como también otras representaciones más habituales.

La nota media de la prueba fue mucho menor que la del año pasado. Dicho esto, el rango completo de calificaciones varió entre 4 y 40, con una distribución bastante regular.

## Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

El índice de dificultad (porcentaje de alumnos que responden cada pregunta correctamente) osciló entre 85,78 % y 16,55 % (en comparación, en mayo de 2014 osciló entre 95,37 % y 36,12 %). El índice de discriminación, que indica en qué medida las preguntas establecieron diferencias entre los alumnos que obtuvieron una puntuación alta y los alumnos que obtuvieron una puntuación baja, osciló entre 0,57 y 0,15 (en mayo de 2014 osciló entre 0,59 y 0,11); a mayor valor, mejor discriminación.

Se realizaron comentarios sobre las siguientes preguntas en particular:

### Pregunta 1

Esta pregunta resultó difícil, puesto que muchos alumnos no añadieron el número de protones al número de electrones. No se dieron cuenta de la palabra “total” del enunciado. Fue sorprendente el porcentaje de alumnos que señalaron la respuesta A (22 %).

## Pregunta 2

A pesar de que pudiera parecer poco conocida, casi el 50 % dio la respuesta correcta. Muchos pensaron que fue demasiado difícil para una pregunta del principio. Las preguntas de examen se presentan en el orden de los temas, y esto ha sido así durante muchos años. Se debe recomendar a los alumnos que consideren demasiado difíciles las preguntas que se basan en tratamientos matemáticos que quizás podrían resolver las preguntas en diferente orden.

## Pregunta 3

Esta pregunta puede haber parecido algo más abrumadora de lo habitual; requería que los alumnos pensaran con claridad sobre las unidades y llevaran a cabo el análisis dimensional. A pesar de que el 46 % dio la respuesta correcta, casi el 37 % dio la respuesta D.

## Pregunta 10

Más del 50 % de los alumnos dio la respuesta correcta, pero un número significativo (31 %) dio la respuesta A, rechazando la representación III.

## Pregunta 11

La mayoría fue capaz de descartar B y C, pero obtener la respuesta correcta requería que transfirieran sus conocimientos sobre el impedimento estérico (o ramificación del alcano) a una situación diferente. El 54 % dio la respuesta correcta, mientras que el 30 % eligió la respuesta D.

## Pregunta 12

A pesar de que el 70 % dio la respuesta correcta, un número significativo (17 %) omitió los pares solitarios axiales y pensó que la molécula era tetraédrica.

## Pregunta 13

Aunque la deslocalización en las amidas no está en el programa, la respuesta C se aceptó también puesto que el enlace entre el nitrógeno y el carbono tiene un carácter significativamente doble (del grupo carboxamida). La pregunta se corregirá en la versión publicada.

## Pregunta 14

Esta pregunta implica una manipulación matemática razonable (resta y división por dos). Casi el 68 % dio la respuesta correcta, pero cerca del 20 % olvidó dividir por 2.

## Pregunta 15

Debió haber sido evidente para los alumnos que el etanol líquido requeriría más que la entalpía de enlace proporcionada en los datos puesto que sabían la definición de esta última. El 65 % dio la respuesta correcta.

### Pregunta 16

Se acepta que los alumnos no conocieran el tetraclorometano,  $\text{CCl}_4$ , al haber estado prohibido durante muchos años. No se esperaba que supieran que es un líquido a temperatura ambiente y la pregunta se puede responder correctamente sin saberlo. Una variación de entalpía estándar de formación debe comenzar a partir de los elementos, por eso solo la C y la D son posibles. El carbono no es un gas en condiciones estándar, por eso la respuesta C queda excluida. Casi el 47 % dio la respuesta correcta.

### Pregunta 20

Más del 34 % confundió las unidades con las de una reacción de primer orden.

### Pregunta 24

Hubo cierta preocupación de que los alumnos no supieran que el  $\text{AlCl}_3$  tiene un octeto incompleto. En realidad, fue elegido con menos frecuencia que todas las demás respuestas.

### Pregunta 25

Este fue una evaluación legítima del enunciado de evaluación 18.1.3. La naturaleza de las matemáticas que se usan en Química no está relacionada con la de Estudios Matemáticos.

### Pregunta 26

Los alumnos deben ser capaces de aproximar la interconversión de los valores de  $K_a$  y  $\text{p}K_a$ . El 69 % de los alumnos no tuvo dificultades con esta pregunta.

### Pregunta 31

Reconocemos que esta es una pregunta difícil, pero muchos alumnos se encontrarán con esta reacción en su trabajo de laboratorio, y deben saber que una ecuación se debe ajustar en cuanto a las cargas así como también en cuanto a las especies. Fue la tercera pregunta más difícil de la prueba, pero es preciso que haya preguntas que diferencien a los alumnos con una calificación final de 7 de los que obtienen una calificación final de 6.

### Pregunta 32

Los alumnos encontraron difícil esta pregunta, pero era razonable; los datos se dispusieron de forma convencional y todos los alumnos debían aplicar las normas que habían aprendido y su capacidad de comprensión. Solo el 24 % dio la respuesta correcta, mientras que la mayoría (36 %) eligió la respuesta B.

### Pregunta 33

La respuesta más popular, aunque incorrecta, fue la C (42 %), hecho que demuestra que los alumnos no valoraron la formación de  $\text{H}_2$ . Muchos eligieron la respuesta B, pero los alumnos deberían saber que en una solución acuosa se deposita cobre. Es cierto que esta pregunta requiere mucho razonamiento y que resultó ser la cuarta más difícil de la prueba.

### Pregunta 34

Esperamos que los alumnos sean capaces de interpretar diagramas tridimensionales, así como también las representaciones más normales. Téngase en cuenta que usamos los nombres de los grupos funcionales tal como aparecen en el nuevo programa de estudios. En esta pregunta no se acepta el grupo funcional hidroxilo, puesto que forma parte del grupo carboxilo.

### Pregunta 39

Esta pregunta evaluaba el enunciado de evaluación 20.6.3. La pregunta obtuvo respuestas bastante pobres: el 30 % eligió la opción A y el 41 % la B. Fue la pregunta más difícil de la prueba y solo las respondieron correctamente el 17 %.

### Pregunta 40

Esta fue la cuarta pregunta más fácil. El 79 % la respondió correctamente (D).

## Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

- Se debe recordar a los alumnos que deben elegir la mejor respuesta.
- Se debe aconsejar a los alumnos sobre cómo enfocar un examen de selección múltiple, y finalmente, que no dejen preguntas sin responder.
- Los alumnos no deben emplear más de un minuto en cada pregunta en primera instancia, y los que encuentren difícil las preguntas del tema 1, deberían dejarlas para responderlas más tarde.

## Prueba 1 del Nivel Medio

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 7	8 - 11	12 - 15	16 - 18	19 - 21	22 - 24	25 - 30

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

6072 alumnos remitieron esta prueba, un aumento del 5 % respecto de 2014.

Esta prueba constó de 30 preguntas sobre los temas troncales y se debió resolver sin usar calculadora ni cuadernillo de datos. Cada pregunta tenía cuatro opciones, adjudicándose puntuación por las respuestas correctas, sin descontar por las incorrectas. A pesar de esto, muchos alumnos no respondieron todas las preguntas.

Los siguientes son datos estadísticos basados en 133 respuestas a formularios G2 (de 851 colegios).

#### Comparación con la prueba del año pasado

Mucho más fácil	Un poco más fácil	De nivel similar	Un poco más difícil	Mucho más difícil
2	11	61	17	2

#### Pertinencia de la prueba

	Demasiado fácil	Adecuada	Demasiado difícil
Nivel de la prueba	1	93	6

	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
Claridad de expresión	0	1	11	28	47	14
Presentación de la prueba	0	0	6	23	47	23

En los comentarios generales, hubo poco acuerdo sobre el hecho de si la prueba fue justa, "complicada" o difícil. Un balance general de las puntuaciones globales muestra que la prueba fue más difícil que en años anteriores. Una de las personas que respondieron comentó que había menos preguntas sobre ácidos y bases y otro que escasearon las preguntas sobre el tema 3. En realidad había dos preguntas por tema, en línea con el número de horas de la guía.

Otro comentó que en ocasiones hubo cuatro preguntas por página, cuando hubiera sido mejor que hubiera tres. El departamento de preparación de exámenes tendrá en cuenta ese comentario.

Finalmente, se sugirió que a los alumnos les podrían haber parecido las preguntas "complicadas" porque nos las leyeron cuidadosamente. Se debe recomendar a los alumnos que siempre lean las preguntas cuidadosamente.

## Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

El índice de dificultad (porcentaje de alumnos que responden cada pregunta correctamente) osciló entre 92,99 % y 19,11 % (en comparación, en mayo de 2014 osciló entre 90,66 % y 30,24 %). El índice de discriminación, que indica en qué medida las preguntas establecieron diferencias entre los alumnos que obtuvieron una puntuación alta y los alumnos que obtuvieron una puntuación baja, osciló entre 0,59 y 0,18 (en mayo de 2014 osciló entre 0,58 y 0,21); a mayor valor, mejor discriminación.

Se realizaron comentarios sobre las siguientes preguntas en particular:

### Pregunta 1

Esta pregunta resultó difícil, puesto que muchos alumnos no añadieron el número de protones al número de electrones. No se dieron cuenta de la palabra “total” del enunciado. Fue sorprendente el porcentaje de alumnos que señalaron la respuesta A (31 %).

### Pregunta 2

Esta pregunta tal vez requirió cierto tiempo para contestarse y, quizás, resultó más difícil para aquellos que se apoyan demasiado en las calculadoras. Sin embargo, casi el 68 % de los alumnos dio la respuesta correcta.

### Pregunta 3

A los alumnos les pareció relativamente fácil y el 73 % dio la respuesta correcta.

### Pregunta 4

Esta pregunta puede haber parecido algo más abrumadora de lo habitual; requería que los alumnos pensarán con claridad sobre las unidades y llevaran a cabo el análisis dimensional. Tanto la respuesta A como la D fueron elegidas por el 40 % de los alumnos.

### Pregunta 10

Un encuestado hubiera preferido ion “hidronio”, aunque el ion estaba claro en la fórmula. Más de la mitad de los alumnos dio la respuesta correcta.

### Pregunta 15

Había cierta preocupación para saber qué tal les iría a los alumnos de Estudios Matemáticos en esta pregunta. La aritmética es fácil y, en este caso, casi el 64 % dio la respuesta correcta.

### Pregunta 16

Debió haber sido evidente para los alumnos que el etanol líquido requeriría más que la entalpía de enlace proporcionada en los datos puesto que sabían la definición de esta última. El 52 % dio la respuesta correcta.

### Pregunta 19

Con frecuencia, las expresiones de  $K_c$  dejan mucho que desear, por eso fue alentador ver que esta fue la pregunta más fácil de la prueba con un 93 % de respuestas correctas.

### Pregunta 21

Aunque el 42 % identificó correctamente el  $\text{CCl}_4$ , la respuesta incorrecta más popular (38 %) fue ion  $\text{H}^+$ .

### Pregunta 24

Reconocemos que esta es una pregunta difícil, pero muchos alumnos se encontrarán con esta reacción en su trabajo de laboratorio, y deben saber que una ecuación se debe ajustar en cuanto a las cargas así como también en cuanto a las especies. Fue la pregunta más difícil de la prueba, pero es preciso que haya preguntas que diferencien a los alumnos con una calificación final de 7 de los que obtienen una calificación final de 6.

### Pregunta 25

En el pasado se han puesto preguntas como esta y esperamos que un químico a este nivel tenga unos conocimientos rudimentarios sobre los metales en una serie de actividades, especialmente en aquellos tan distantes como el hierro y el cobre. Fue decepcionante ver que menos del 50 % acertara.

### Pregunta 26

No hubo comentarios sobre esta pregunta, pero es digno de destacar que más del 56 % eligió la respuesta D.

### Pregunta 27

Esperamos que los alumnos sean capaces de interpretar diagramas tridimensionales, así como también las representaciones más normales. Téngase en cuenta que usamos los nombres de los grupos funcionales tal como aparecen en el nuevo programa de estudios.

### Pregunta 28

Un encuestado comentó que la ausencia de luz UV no era relevante. La condición se incluyó para excluir la posibilidad de una reacción de sustitución.

### Pregunta 30

Hubo una sugerencia acerca de que debimos haber utilizado la expresión "minimizar el error aleatorio", en lugar de "minimizar la incertidumbre aleatoria". Es cierto, pero no pareció importar a los alumnos, puesto que el 75 % dio la respuesta correcta.

## Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

- Se debe recordar a los alumnos que deben elegir la mejor respuesta.
- Se debe aconsejar a los alumnos sobre cómo enfocar un examen de selección múltiple, y finalmente, que no dejen preguntas sin responder.
- Los alumnos no deben emplear más de un minuto en cada pregunta en primera instancia, y los que encuentren difícil las preguntas del tema 1, deberían dejarlas para responderlas más tarde.

## Prueba 2 del Nivel Superior

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 12	13 - 24	25 - 33	34 - 44	45 - 56	57 - 67	68 - 90

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

La prueba fue accesible en general y permitió que los alumnos menos preparados demostraran algunos conocimientos de química, pero fue lo suficientemente exigente como para desafiar a los mejor preparados, que demostraron un amplio manejo del material y un elevado nivel de preparación. En esta sesión participaron 847 colegios y las impresiones de los profesores se recogieron por medio de los 212 formularios G2 recibidos. El 96 % de los que respondieron consideró que el nivel de dificultad fue apropiado, y el 2 % lo consideró demasiado fácil. En comparación con la prueba del año pasado, el 57 % opinó que su nivel fue similar, el 27 % lo consideró más fácil y el 16 % tuvo la impresión de que fue más difícil. El 91 % consideró que la claridad de expresión fue buena o mejor y el 95 % consideró que la presentación de la prueba fue buena o mejor. Algunos de los que respondieron comentaron que el tamaño de la casilla de respuestas era demasiado pequeño para algunas preguntas y esto se tendrá en cuenta en la preparación de futuras pruebas. Se anima a hacerse examinadores a los profesores que comentaron que es difícil evaluar la prueba sin tener acceso al esquema de calificación. La opinión general que se recoge en los formularios G2 fue que el rango de preguntas de la prueba fue apropiado en cuanto al nivel de dificultad y los temas que se cubrían. Siguiendo la regla general de los exámenes del IB, se otorgaron puntos debidos al error por arrastre en muchos casos para garantizar que no se penaliza indebidamente a los alumnos. Las preguntas 7 y 10 fueron las más populares de la sección B.

### Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

- Construcción de líneas rectas de ajuste para una titulación termométrica.
- Cálculo de la entropía absoluta para el H<sub>2</sub> en J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.

- Explicación de cómo una mezcla de ácido propanoico y propanoato de sodio actúa como solución tampón.
- Predicción de los símbolos de estado en una electrólisis.
- Determinación del pH a partir de los valores de  $K_b$  y esquematización de una curva de titulación.
- Estructuras de isómeros de los complejos de los metales de transición.
- Explicación de la polaridad molecular.
- Ecuaciones rédox.
- Definición de potencial estándar de electrodo.
- Explicación de la acidez del cloruro de magnesio.

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

- Reconocimiento de que la pérdida de calor es una fuente importante de errores en las titulaciones termométricas.
- Cálculo del error porcentual.
- Identificación de la etapa determinante de la velocidad de reacción en un mecanismo de reacción.
- Cálculo de variaciones de entalpía y energía libre.
- Definición de los términos “soluciones tampón”, “energía de activación” y “base de Lewis”.
- Explicación de los mecanismos de radicales libres y  $S_N2$ .
- Explicación del efecto de una variación de volumen sobre la composición de una mezcla gaseosa en equilibrio.
- Escritura de la expresión de  $K_c$  y cálculo de las concentraciones en el equilibrio.
- Explicación de la acción de los catalizadores sobre la velocidad de las reacciones químicas.
- Escritura de una configuración electrónica usando cajas para representarla.
- Definiciones de ácidos y bases de Lewis.
- Descripción de las tendencias ácido-base de los óxidos del periodo 3.
- Dibujo de isómeros *cis* y *trans* del 2-buteno.

- 

### Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

#### Pregunta 1

Algunos profesores comentaron que las titulaciones termométricas no están en el programa de estudios ni están incluidas en los experimentos prescritos de la nueva guía. En un examen anterior se realizó una pregunta similar y las titulaciones termométricas están en el tema 5. Se pretende que cualquier pregunta basada en datos sea accesible para todos los alumnos que tengan la suficiente experiencia práctica. No se pretende que tales preguntas se restrinjan a los experimentos de esta lista. Muchos alumnos fueron incapaces de dibujar la línea de ajuste

para la curva termométrica y algunos leyeron de forma imprecisa el volumen de ácido necesario para la neutralización. La mayoría de los alumnos fue capaz de calcular la concentración del ácido añadido con las unidades correctas. Muchos alumnos fueron capaces de calcular las variaciones de entalpía y el error porcentual, aunque algunos no leyeron las preguntas cuidadosamente y no dieron la variación de entalpía por mol o dieron el porcentaje de forma imprecisa con más cifras significativas de las requeridas.

## Pregunta 2

Aunque la mayoría de los alumnos fue capaz de definir la velocidad de reacción, algunos de los peor preparados dieron respuestas imprecisas que no mencionaban las concentraciones de los reactivos o los productos y el “tiempo que tarda una reacción en llegar a completarse” no fue una respuesta rara. La mayoría de los alumnos se percató de que el área superficial disminuiría, pero como en convocatorias anteriores, perdieron puntos por no mencionar que se reducía la “frecuencia” de las colisiones. La mayoría de los alumnos fue capaz de identificar la etapa determinante de la velocidad e indicó correctamente que la reacción sería de primer orden con respecto al hidrógeno, aunque solo una minoría pudo explicar sus respuestas con suficiente detalle, es decir que el  $H_2$  estaba implicado solo una vez en la formación del intermediario antes de la etapa determinante de la velocidad.

## Pregunta 3

La mayoría de los alumnos fue capaz de calcular las variaciones de entalpía, energía libre y entropía, aunque un número significativo indicó las unidades incorrectas a continuación. El uso de la ecuación de la energía libre de Gibbs requiere consistencia de unidades puesto que  $\Delta H^\circ_f$  y  $\Delta G^\circ_f$  se dieron en kJ mientras que  $S^\circ$  se dio en J. Es preciso reforzar esto en clase pues tiende a ser un error frecuente convocatoria tras convocatoria. El cálculo de la entropía absoluta del hidrógeno resultó ser más problemático, porque muchos no tuvieron en cuenta que hay dos moles de hidrógeno en la reacción.

## Pregunta 4

La mayoría fue capaz de dar una definición de solución tampón que incluyera el detalle de que el pH no varía significativamente cuando se añaden pequeñas cantidades de ácido o álcali. La explicación de la acción reguladora constituyó un reto en el que solo los mejores alumnos dieron una respuesta completa en cuanto a la protonación de la base conjugada y al aumento de la disociación del ácido. Se resolvió mejor que en convocatorias anteriores el cálculo de las concentraciones en el equilibrio a partir de los valores de  $pK_{a,1}$ , pero aún resulta difícil para algunos. La necesidad de cambiar las unidades de concentración del ácido propanoico fue un obstáculo adicional en esta exigente pregunta.

## Pregunta 5

Muchos alumnos dieron dos características de una serie homóloga, aunque perdieron puntos por indicar que tenían “las mismas” propiedades químicas en lugar de propiedades químicas “similares”. Algunos de los alumnos peor preparados confundieron las propiedades físicas con las químicas. Por lo general, se ha mostrado un buen conocimiento del mecanismo de radicales libres y se ha utilizado correctamente un punto para identificar los radicales e identificar las

etapas correctamente. En un número significativo de casos se perdieron puntos por indicar solo una etapa de propagación, y no fue raro ver la formación de un radical libre hidrógeno en lugar de bromo o los radicales libre etilo. Un número significativo de alumnos describió el mecanismo con palabras en lugar de ecuaciones y, aunque se aceptó en el esquema de calificación, las respuestas fueron menos acertadas en cuanto a la explicación del mecanismo en su totalidad. Otros perdieron puntos por no indicar explícitamente la reacción entre etano y bromo, sino que usaron metano como alcano y cloro como halógeno.

## Pregunta 6

Muchos alumnos fueron capaces de dar la semiecuación correcta para describir la reacción en cada electrodo, pero pocos fueron capaces de proporcionar los símbolos de estado correctos. En la pregunta que se refería a la electrólisis de la sal fundida, con frecuencia se dieron los productos de la solución acuosa. Esto pone de manifiesto la necesidad de leer la pregunta cuidadosamente. Algunos alumnos comenzaron con el metal y el cloro gaseoso como reactivos en las semiecuaciones, y otros indicaron las semiecuaciones correctas pero en los electrodos equivocados. La mayoría fue capaz de dar razones para el uso de aluminio en lugar de hierro, pero la respuesta errónea más frecuente fue “más liviano” en lugar de “menos denso”. Algunos profesores comentaron que el apartado 6 (b) no estaba incluido en la guía, pero está cubierto en las notas para el profesor del enunciado de evaluación 4.4.2.

## Sección B

### Pregunta 7

La mayoría de los alumnos fue capaz de dar dos características de un equilibrio dinámico y explicar el efecto de los cambios de volumen sobre la posición de equilibrio, pero muchos tuvieron dificultades para dar una explicación completa del desplazamiento del equilibrio debido a la extracción de amoníaco. Se esperaba que los alumnos incluyeran una referencia al valor de  $K_c$  o de la reducción de la reacción inversa cuando justificaron su respuesta. Sabían bien la definición de energía de activación, pero algunos perdieron un punto en su explicación de la acción del catalizador por no mencionar una ruta alternativa en su explicación de la disminución de la energía de activación. La explicación de por qué las temperaturas más bajas no se usaban en el proceso Haber también estuvo incompleta y muchos no consideraron las desventajas económicas de una baja velocidad de reacción. Asimismo, muchos no explicaron por qué las presiones elevadas eran caras en términos energéticos o de costos de construcción. La mayoría fue capaz de deducir la constante de equilibrio, pero muchos perdieron un punto en el cálculo de  $K_c$  ya que usaron las concentraciones iniciales de nitrógeno e hidrógeno. Algunos profesores identificaron una incoherencia en la pregunta, ya que el número total de moles de gas en las condiciones indicadas no era coherente con la ecuación de los gases ideales, aunque esto no pareció ser un problema para los alumnos. (Sin embargo, la ley de los gases ideales no es aplicable aquí, puesto que en estas condiciones el amoníaco estaría en su estado supercrítico.) La mayoría de los alumnos fue capaz de definir bases de Lewis, pero la definición de base débil de Brønsted-Lowry demostró ser más problemática ya que no mencionaron el potencial de ionización parcial en sus respuestas. La mayoría fue capaz de identificar los pares ácido-base conjugados. Para muchos, el cálculo del pH de una solución de amoníaco resultó difícil, y muchos confundieron  $K_a$  y  $K_b$ . Otros no reconocieron que puesto que se trata de una base débil, la  $[\text{NH}_3]$  en el equilibrio es aproximadamente igual

a la concentración inicial ( $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ ) o que  $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$ . (Debido al error en la pregunta, la prueba fue reajustada para los alumnos del examen en español y se prestó especial atención a los alumnos cercanos al límite.) Solo los alumnos mejor preparados fueron capaces de obtener todos los puntos para la curva de pH, aunque muchos reconocieron que el pH sería 1 antes de añadir amoníaco dado que el HCl es un ácido fuerte. Un número significativo obtuvo el pH final por encima de 11 y no reconoció la dilución de la solución de amoníaco  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ . Muchos identificaron correctamente un posible indicador.

### Pregunta 8

La mayoría de los alumnos fue capaz de dibujar un diagrama de flechas en cajas para la configuración electrónica del cromo, pero pocos dieron una descripción completa del carácter del enlace metálico y no mencionaron la atracción entre los cationes  $\text{Cr}^{3+}$  y los electrones deslocalizados. Los alumnos explicaron mejor la maleabilidad en función del deslizamiento de los cationes  $\text{Cr}^{3+}$  entre sí. La mayoría de los alumnos fue capaz de usar los números de oxidación para nombrar el  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , pero la explicación del enlace iónico fue incompleta. Solo mencionaron la atracción electrostática entre iones de carga opuesta. Los alumnos continúan teniendo dificultades para comprender que la conductividad de los compuestos iónicos se debe a la movilidad de los iones, y no a los electrones. La mayoría fue capaz de deducir el número de oxidación en el ion complejo y respondió usando la notación correcta. Sabían bien la naturaleza del enlace ligando-cromo y la explicación del color de los complejos de los metales de transición fue mejor que en convocatorias anteriores. Solo una minoría mencionó la emisión de luz. Algunos profesores comentaron que los isómeros trans/cis de los iones complejos no se trata de forma específica en la guía, pero muchos alumnos fueron capaces de dibujar los dos isómeros posibles. La representación de las estructuras tridimensionales pudo haber sido más clara, aunque esto no se penalizó explícitamente. Las semirreacciones rédox continúan siendo un reto para muchos. Solo los alumnos mejor preparados fueron capaces de obtener ambos puntos y deducir la ecuación total correcta. Algunos profesores comentaron que la pregunta era demasiado exigente, puesto que los alumnos debían construir dos semiecuaciones para obtener la ecuación rédox total, pero la semirreacción  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  está en la tabla 14 del cuadernillo de datos vigente. La mayoría de los alumnos identificó que la conversión del  $\text{I}^-$  a  $\text{IO}_3^-$  es una oxidación y muchos fueron capaces de aumentar el número de oxidación. Generalmente comprendieron bien el funcionamiento de una pila voltaica, pero con frecuencia la definición de potencial de electrodo fue incompleta porque a menudo faltaba la referencia a las condiciones estándar.

### Pregunta 9

La mayoría sabía las conductividades relativas del cloruro de magnesio y el tricloruro de fósforo, y fue capaz de relacionarlo con el enlace. El tercer punto fue más problemático, puesto que muchos continúan relacionando la conductividad con la movilidad electrónica en lugar de la iónica. No sabían bien el pH de soluciones acuosas de los cloruros y solo un pequeño número de alumnos obtuvo todos los puntos. Les resultó especialmente difícil explicar la acidez del magnesio en función de la densidad de carga del ion  $\text{Mg}^{2+}$ . Un profesor comentó que la reacción del  $\text{PCl}_3$  con agua no se menciona en la guía, pero está incluida en las notas para el profesor del enunciado de evaluación 13.1.1 de la guía vigente (aunque no está en la nueva

guía que se comenzará a evaluar a partir de mayo de 2016). Conocían bien la acidez de los óxidos del periodo 3, pero a muchos les resultó difícil dar las ecuaciones ajustadas para describir las reacciones del sodio y el óxido de fósforo(V) con agua. Muchos confundieron la reacción del óxido de sodio con la del sodio e indicaron que el hidrógeno es un producto. La mayoría de los alumnos fue capaz de dar las estructuras de Lewis correctas y las formas y ángulos de enlace, pero perdieron puntos, como en convocatorias anteriores, por omitir los pares solitarios sobre los átomos centrales o los átomos de Br o F. Es preciso destacar que es difícil adjudicar los puntos debidos al error por arrastre en estas preguntas, por lo que los alumnos deben evitar los errores por descuido. Muchos tuvieron dificultades para dar una explicación completa de la polaridad de los dos compuestos, ya que aunque identificaron la molécula como asimétrica, pocos indicaron que los enlaces P-Br y S-F son polares. Solo una minoría indicó que un enlace covalente se debe a la atracción entre los núcleos y un par de electrones, y muchos fueron incapaces de identificar el orbital s del hidrógeno y el orbital p/sp<sup>2</sup> del carbono como el solapamiento de orbitales en el enlace covalente. Sabían bien la hibridación del oxígeno, así como también los enlaces sigma y pi.

## Pregunta 10

La mayoría de los alumnos fue capaz de dar la fórmula estructural completa, pero algunos perdieron puntos por dar la fórmula condensada en lugar de la fórmula estructural que se pedía en la pregunta. La mayoría fue capaz de aplicar las reglas de la IUPAC y nombrar A, pero algunos omitieron el "di" del dibromobutano. Sabían bien el cambio de color que se observa cuando el 2-buteno reacciona con bromo, pero el conocimiento de la importancia económica de la polimerización de los alcanos fue limitado y muchos alumnos solo mencionaron plásticos específicos como el polieteno. En muchas respuestas dieron referencias incorrectas como el nylon o la margarina. La mayoría de los alumnos fue capaz de identificar la unidad que se repite en el poli(2-buteno). Explicaron el mecanismo S<sub>N</sub>2 mejor que en sesiones anteriores, aunque un error frecuente fue dibujar el principio de las flechas curvas sobre el átomo de hidrógeno del ion hidróxido, en lugar de hacerlo sobre el átomo de oxígeno. La mayoría fue capaz de explicar la mayor reactividad del ion hidróxido en comparación con la molécula de agua en función de la carga, pero solo una minoría se refirió a la atracción entre el nucleófilo y la baja densidad electrónica del átomo de carbono. Generalmente nombraron bien el 2-metilbutanonitrilo, aunque se aceptaron pequeños errores y generalmente también conocían el nombre de los reactivos para hidrogenar el 2-metilbutanonitrilo. Varios alumnos omitieron la ramificación del grupo metilo en la amida formada con ácido etanoico y confundieron aldehídos con cetonas y solo una minoría se refirió al grupo carbonilo. La mayoría solo identificó enlaces de hidrógeno en el compuesto C y no se refirió a las fuerzas dipolo-dipolo o fuerzas de van der Waals también presentes ni comparó la potencia relativa de las diferentes fuerzas intermoleculares en las dos moléculas. Algunos mencionaron erróneamente los enlaces covalentes en su explicación. Por lo general, conocían bien la ecuación para la combustión completa del compuesto C. Comprendieron bien el término estereoisómero, pero muchos no mencionaron las restricciones de rotación alrededor del enlace doble. La mayoría de los alumnos fue capaz de dibujar las estructuras del *cis* y *trans* 2-buteno.

## Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

Además de las recomendaciones de costumbre sobre leer las preguntas cuidadosamente y prestar atención a la adjudicación de puntos, se recomienda a los alumnos que tengan en cuenta los siguientes puntos en esta prueba:

- Representación gráfica de datos experimentales. Los alumnos deben ser más precisos en sus explicaciones para los cambios de las velocidades de reacción. Las explicaciones que se refieren a “más colisiones” se deben completar incluyendo “colisiones más frecuentes” o “el número de colisiones por unidad de tiempo”.
- Mayor precisión en las explicaciones de los factores que conducen a la atracción en los enlaces iónico, metálico y covalente.
- Mayor precisión en la identificación de los símbolos de estado en las ecuaciones de electrólisis y en la descripción de las partículas cargadas para las diferentes sustancias que conducen.
- Los electrones no están implicados en la conductividad de los compuestos fundidos o los compuestos iónicos en solución acuosa.
- Prestar mucha atención a si la pregunta requiere fórmulas estructurales completas en lugar de fórmulas estructurales condensadas.
- Explicar los desplazamientos del equilibrio debidos a las variaciones de concentración, haciendo referencia a la necesidad de un valor constante de  $K_c$  o a las velocidades relativas de las reacciones directa o inversa, en lugar de referirse simplemente al principio de Le Chatelier.
- Se deben mostrar todos los cálculos, para maximizar la aplicación del error por arrastre.

## Prueba 2 del Nivel Medio

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 24	25 - 29	30 - 35	36 - 50

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

Las impresiones de los profesores sobre la prueba se recogieron por medio de los 133 formularios G2 recibidos, el 93 % de los que respondieron consideraron que el nivel de dificultad de la prueba fue apropiado, el 5 % lo consideró demasiado difícil y el 2 %, demasiado fácil. En comparación con la prueba del año pasado, el 63 % opinó que su nivel fue similar, el 19 % lo consideró más fácil y el 11 % tuvo la impresión de que fue más difícil. El 87 % consideró que la claridad de expresión fue buena o mejor, el 90 % consideró que la presentación de la prueba fue buena o mejor y menos del 1 % la consideró mala.

La impresión general sobre la prueba, expresada en los formularios G2, fue positiva y el rango de preguntas de la prueba fue el apropiado. Varios colegios expresaron su preocupación por el hecho de que, en algunos casos, el tamaño de las casillas para las respuestas fue demasiado pequeño en el nuevo formato; esto es algo que se analizará y resolverá. La aplicación del error por arrastre a lo largo de toda la prueba fue amplia con el fin de no penalizar indebidamente a los alumnos.

## Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

Esta prueba reveló que las siguientes áreas resultaron difíciles para los alumnos:

- Análisis gráfico
- Enlace y estructura
- Electrólisis
- Aplicación de conocimientos de química a la vida diaria y los procesos industriales
- Ecuaciones químicas y estequiometría
- Cálculos cuantitativos
- Preguntas que requieren fundamentos de trabajos prácticos
- Condiciones de las reacciones orgánicas
- Dibujo de diagramas

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

Los temas que generalmente respondieron bien fueron:

- Estructura atómica
- Cinética
- Construcción de expresiones de  $K_c$
- Cálculo del valor de  $A_r$  a partir de datos isotópicos
- $E_a$  y catalizadores
- Algunas definiciones

## Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

### Sección A

#### Pregunta 1

Algunos profesores comentaron que las titulaciones termométricas no están en el programa de estudios ni están incluidas en los experimentos prescritos de la nueva guía. En un examen anterior se realizó una pregunta similar y las titulaciones termométricas están en el tema 5. Se pretende que cualquier pregunta basada en datos sea accesible para todos los alumnos que tengan la suficiente experiencia práctica. No se pretende que tales preguntas se restrinjan a los experimentos de esta lista. La mayoría de los alumnos no pudieron obtener el primer punto por la construcción de líneas de ajuste. Algunos dibujaron una curva “punto a punto”, pero la

mayoría simplemente construyó una línea por debajo del punto máximo del gráfico, lo que les permitió obtener el segundo punto. Hubo cierta transferencia de errores en el apartado 1 (a) (ii), pero muchos no fueron capaces de llevar a cabo el cálculo. La puntuación por la diferencia de temperatura dependió de las anotaciones de los alumnos, y algunos extendieron la línea de ajuste hasta el eje y. En el cálculo de la variación de entalpía, la masa total de las soluciones fue incorrecta, pero algunos lograron obtener los puntos subsiguientes. En general, calcularon bien el error porcentual, pero la tercera parte de los alumnos no leyó el enunciado de la pregunta y no expresó el resultado con dos cifras significativas. Comprendieron bien el concepto de pérdida de calor en el experimento, pero con frecuencia la solución fue demasiado confusa.

## Pregunta 2

Generalmente, la pregunta sobre la estructura de los átomos obtuvo buenos resultados. El funcionamiento del espectrómetro de masas fue menos conocido y muchos confundieron el rol de los campos magnético y eléctrico. Resolvieron muy bien el cálculo de  $A_r$ .

## Pregunta 3

Hubo muy pocos diagramas dibujados cuidadosamente, además de demasiados diagramas de semiceldas. No apreciaron la importancia de la solución fundida. Obtuvieron puntos por las ecuaciones, pero fue extremadamente infrecuente que obtuvieran puntos por los símbolos de estado correctos. Fueron demasiados los que asociaron la conductividad eléctrica de los compuestos fundidos con el movimiento de electrones. No se comprendió bien el hecho de que la conductividad se debe al movimiento de los iones. Siguen confundiendo “ligero” y denso.

## Pregunta 4

Tendieron a responder bien esta pregunta. Los errores más frecuentes fueron que algunos alumnos indicaron que las series homólogas tienen la misma fórmula empírica, y que confundieron los términos “la misma” y “similar”. Conocían muy bien el mecanismo de sustitución por radicales libres, y con frecuencia citaron los tres procesos de iniciación, propagación y terminación, aunque algunos solo dieron el primero y el último, con grandes probabilidades de escribir erróneamente las ecuaciones de propagación.

## SECCIÓN B

### Pregunta 5

Esta fue, con mucho, la pregunta elegida con más frecuencia de la Sección B.

Conocían bien las condiciones de un sistema en equilibrio, y casi todos escribieron la expresión de  $K_c$  correctamente; la frecuencia del uso de paréntesis fue muy baja. Con respecto a la descripción del efecto de variación de las condiciones, generalmente obtuvieron puntos en el aumento de volumen, pero las respuestas sobre la eliminación de amoníaco fueron demasiado generales como para merecer algún punto. Es gratificante destacar que la mayoría de los alumnos reconoció la importancia de usar la palabra “mínimo”, así como también el efecto del catalizador, en el que la mayoría dio respuestas perfectas. Los dibujos de la curva de

distribución de energía Maxwell-Boltzmann fueron de pobre realización. Demasiadas curvas no comenzaban en el origen y carecían de los rótulos correctos. Una apreciable minoría dibujó el gráfico coordinada energía/reacción. Con frecuencia, confundieron las condiciones de compromiso del proceso Haber, especialmente en lo que respecta a por qué no se usa presión elevada, y fueron demasiadas las respuestas que carecían de la profundidad requerida. En la definición de una base de Lewis, ocasionalmente omitieron la palabra “par”, y en la definición de base débil de Brønsted-Lowry la mayoría omitió apreciar la diferencia entre parcialmente/levemente disociado y “no completamente” ionizado; también omitieron la parte de receptor de protones. En el experimento para mostrar la diferencia entre una base fuerte y una base débil, muchos obtuvieron dos de los tres puntos disponibles; en escasas ocasiones apreciaron el concepto de ensayo justo y la importancia de las concentraciones iguales.

### Pregunta 6

Probablemente, la opción menos popular. Generalmente, el dibujo del diagrama del clorometano fue excelente, así como también lo fue la predicción de la forma y el ángulo de enlace. Con respecto a las razones de la polaridad, comprendieron bien el concepto de polaridad de enlace, aunque apreciaron con menor claridad la idea de que la asimetría causaría un dipolo. La construcción de la ecuación química fue decepcionante, como también lo fue la descripción de los tres tipos de enlace, y con mucha frecuencia no indicaron el hecho importante de que se trataba de interacciones. Fue bastante raro que calcularan de forma totalmente correcta el volumen de hidrógeno. El mayor error fue usar un valor incorrecto del número de moles de hidrógeno en la ecuación  $pV=nRT$ , ya que no dividieron los moles de hidrógeno por la mitad. El uso de  $pV=nRT$  también causó problemas con las unidades. Por lo general, sabían bien la naturaleza ácido-base de los óxidos de un periodo. Por el contrario, no pudieron construir o recordar las ecuaciones para la reacción con agua.

### Pregunta 7

Los pocos que eligieron esta opción demostraron buenos conocimientos. Dibujaron bien la fórmula estructural y nombraron bien el compuesto. Recordaron peor los reactivos y las condiciones para la reacción. En el apartado 7(c) (i), la mayoría de los alumnos obtuvo por lo menos un punto, pero no así el segundo. En la conversión del alcohol, desconocían la importancia de que el sistema fuera acuoso y escasearon las respuestas totalmente correctas, además de tampoco identificar el grupo funcional. En la pregunta sobre la volatilidad, la mayoría identificó el enlace de hidrógeno, pero en la mayoría de las respuestas no reconocieron el hecho de que en C también actúan otras fuerzas mayores debido a su mayor masa. Con frecuencia obtuvieron el punto por mencionar el estado gaseoso, pero no obtuvieron el de mencionar que se trata de un promedio entre un rango de compuestos. En el cálculo de la entalpía, unos cuantos se beneficiaron del error por arrastre a partir de una ecuación incorrecta.

## Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

- Animar a los alumnos a responder con suficiente profundidad. En muchos casos perdieron puntos, no por ignorar la respuesta, sino por no dar una respuesta completa.
- También desperdiciaron puntos por dibujar mal o por dibujar los diagramas apresuradamente. Estamos totalmente convencidos de que la mayoría de los alumnos

tenían los conocimientos para acceder a los puntos disponibles, pero por culpa de los diagramas imprecisos y con frecuencia difíciles de ver, perdieron valiosos puntos que podrían haber constituido la diferencia entre niveles.

- Aunque esto no será preciso a partir de mayo de 2016, los alumnos deben emplear el tiempo necesario para leer cuidadosamente todas las preguntas alternativas, para asegurarse de que maximizan la posibilidad de puntuar, ya que hubo evidencias de que algunos cambiaron de idea después de haber comenzado a responder una pregunta.
- El análisis gráfico es un punto débil; se deben encontrar más oportunidades para usar esta habilidad con el fin de permitir que los alumnos practiquen más situaciones prácticas como las de la pregunta 1.
- Se puede mejorar el ajuste de ecuaciones y la estequiometría para permitir a los alumnos obtener todos los puntos.
- Deben conocer la diferencia entre las celdas electrolíticas y las electroquímicas, los gráficos de distribución de Maxwell-Boltzmann y los diagramas de niveles entálpicos.
- Más preguntas contextualizadas en la vida diaria (relación con TdC y preguntas de aprendizaje basadas en problemas) deberían mejorar las habilidades y comprensión de la química, así como también utilizar muchos experimentos, tanto reales como virtuales, que están disponibles en Internet.
- Los profesores deben reconocer que el uso de pruebas anteriores y la información proporcionada por el IB para preparar a los alumnos es una herramienta muy útil, a pesar del cambio de programa, ya que la mayoría de los temas seguirán siendo pertinentes.

## Prueba 3 del Nivel Superior

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 7	8 - 15	16 - 21	22 - 26	27 - 32	33 - 37	38 - 50

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

El nivel de la prueba fue similar al del año pasado y casi todos los profesores consideraron que su extensión fue razonable y su nivel de dificultad, adecuado. No se identificaron problemas en cuanto a la claridad. Surgieron algunos problemas en relación con la interpretación de la especificidad del material de la guía de la asignatura, pero se consideró que todo el material estaba cubierto por la guía (y las notas para el profesor). Hubo comentarios sobre el uso de los términos de instrucción y es preciso que los alumnos sepan que el término “resumir” tiende a usarse para preguntas de un solo punto en las que se precisa una menor profundidad de respuesta, en comparación con una pregunta similar en la que se pide “explicar” y que vale

dos o tres puntos. Se realizaron comentarios, quizás justificables, sobre el espacio inadecuado que se dejó para responder algunas preguntas, y es cierto que bastantes alumnos usaron hojas adicionales —mucho mejor que continuar fuera de las casillas, donde el material se perdería durante el proceso de escaneo—.

Surgió una pregunta sobre el hecho de que no están disponibles los esquemas de calificación para realizar comentarios sobre ellos utilizando los formularios G2. Esto se debe a que en las primeras etapas de la corrección se actualizan constantemente para adecuarse a las respuestas de los alumnos que aparecen, de ahí que no se puedan publicar en un periodo de tiempo compatible. Sin embargo, los profesores son bienvenidos a unirse a los equipos de examinadores o hacer comentarios sobre los esquemas de calificación después de su publicación.

## Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

- Reconocimiento de las razones por las que se debe disponer de un patrón interno en la espectroscopía de RMN de  $^1\text{H}$
- Recordar, en el contexto de la espectrometría de masas, que el cloro está formado por una mezcla de isótopos
- Predicción del índice de yodo a partir de una fórmula molecular
- Descripción de la estructura de una hebra simple de ADN
- Escritura de ecuaciones para procesos industriales
- Descripción de diferencias estructurales entre los polímeros termoestables y los termoplásticos
- Explicación de procesos fotovoltaicos
- Diferencia entre índice terapéutico y margen terapéutico
- Formulación de ecuaciones redox
- Descripción de la hibridación de átomos en una estructura y las consecuencias de esto sobre el estrés del anillo
- Factores que afectan al impacto de los gases de invernadero
- Química del suelo
- Recordar aspectos metabólicos relacionados con las grasas *trans*
- Explicación de la acción de emulsionantes
- Evidencias termoquímicas para la descripción deslocalizada del enlace en el benceno
- La influencia del efecto inductivo de los sustituyentes sobre la fuerza de los ácidos carboxílicos

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

- Correlación entre tablas de absorción específica y espectros
- Relación complementaria entre el color y la luz absorbida
- El concepto de  $R_f$
- Diferencia entre respiración aeróbica y anaeróbica
- Función de las hormonas relacionadas con el desarrollo sexual
- Toxicidad del mercurio y sus compuestos

- Alcance de la nanotecnología
- Naturaleza de los efectos secundarios
- Estructura y acción de la morfina y la diamorfina
- Efectos mentales de los estimulantes
- Identificación de los CFC como químicos destructores de la capa de ozono e identificación de una fuente de esos contaminantes
- Fuerzas relativas de los enlaces en el O<sub>2</sub> y el O<sub>3</sub>
- Identificación de la molécula que se combina con ácidos grasos para producir aceites y grasas
- Efecto de las grasas *trans* sobre los niveles de colesterol LDL
- Conocimiento de que la estructura del benceno implica deslocalización electrónica
- Escritura de mecanismos de reacciones químicas
- Identificación de reacciones de adición-eliminación

## Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

### Opción A

Esta opción fue bastante popular y muchos alumnos escribieron respuestas de alta calidad.

### Pregunta 1

Generalmente, los alumnos obtuvieron buenos resultados en esta pregunta en la que la mayoría de los errores provino del reconocimiento con espectroscopía UV-Visible y la identificación de un tipo particular de cromatografía.

### Pregunta 2

Muchos alumnos reconocieron que la sencillez del espectro de RMN determinó de qué compuesto isómero se trataba. En ocasiones los alumnos pudieron identificar la estructura, pero fueron incapaces de explicar de qué forma el espectro de RMN la respaldaba. Los patrones de desdoblamiento no fueron claros, ya que no eran necesarios para identificar el compuesto, aunque se dio uno en el apartado (b) para responder bastante bien por qué se trataba de un triplete. Pocos reconocieron que los problemas de la fluctuación de los campos puede requerir el uso de un patrón interno, algo que es innecesario en otras formas de espectroscopía, pero casi todos los alumnos conocían una ventaja de usar TMS como patrón.

### Pregunta 3

Muy pocos se dieron cuenta de que el cloro es una mezcla de isótopos y que los picos moleculares a 62,5 se referían a ello. Muchos alumnos también parecían desconocer que la fragmentación de un doble enlace es improbable. Respondieron bien sobre la identificación de las probables bandas de absorción en el IR y los cambios moleculares responsables de ellas.

#### Pregunta 4

No resolvieron especialmente bien esta pregunta y pareció que la mayoría de los alumnos no estaban especialmente familiarizados con la HPCL (hay buenos recursos disponibles en Internet), pero una minoría que pareció estar familiarizada con la técnica, o la técnica GCL estrechamente relacionada, obtuvo buenos resultados. En el apartado (c), muy pocos alumnos discutieron la interacción del componente con las fases móvil y estacionaria.

#### Pregunta 5

Ambas moléculas implican enlaces conjugados o electrones deslocalizados, pero solo cerca de la mitad señaló que en la molécula A el sistema es mucho más extenso que en la molécula B, por lo que su absorción se presenta en la región visible. Parecieron comprender bien la relación complementaria entre el color absorbido y el observado, y en el esquema de calificación se permitió una amplia variedad debido a la falta de precisión de los datos del espectro del cuadernillo de datos.

#### Opción B

Una opción bastante popular, aunque quizás levemente menos que en años anteriores, en la que el nivel de las respuestas fue variado.

#### Pregunta 6

Muchos alumnos leyeron mal la primera parte de la pregunta y dieron detalles sobre cómo se lleva a cabo la cromatografía. Los que leyeron bien la pregunta con frecuencia no obtuvieron la puntuación total porque olvidaron mencionar que es preciso calentar la proteína con el ácido, o por no mencionar qué enlaces se hidrolizaban. Generalmente, los alumnos obtuvieron una buena puntuación en los demás apartados de la pregunta.

#### Pregunta 7

Por lo general, conocían bien la naturaleza del enlace en los dos polímeros de la glucosa, aunque alguno pensó que uno u otro tenían enlaces 1,6. Parecieron comprender mejor la respiración aeróbica y anaeróbica. Con frecuencia, las respuestas fueron más detalladas de lo necesario para los pocos puntos que se daban y hubo escasos errores.

#### Pregunta 8

Bastantes alumnos reconocieron los beneficios del ácido linoleico, aunque les resultó algo más difícil identificar el número de enlaces dobles carbono-carbono presentes y usarlo para calcular el índice de yodo.

#### Pregunta 9

Generalmente, los alumnos conocían bien los métodos para aumentar el contenido de nutrientes de los alimentos, aunque un número significativo mencionó “complementos nutritivos”, a pesar de que se mencionaban en el enunciado de la pregunta y que se toman añadidos a los alimentos, en lugar de que afectan al alimento mismo.

### Pregunta 10

Muchos alumnos identificaron acertadamente las características estructurales de los compuestos, aunque con frecuencia escribieron erróneamente “hidróxido” en lugar de “hidroxilo”, y muchos parecieron pensar que cualquier anillo de seis miembros puede llamarse “anillo bencénico”. La glándula que segrega la aldosterona fue menos conocida, a pesar de que aparece con igual frecuencia en la notas para el profesor de la guía sobre todas las glándulas endócrinas. Sabían muy bien el rol de la testosterona o la progesterona, aunque en ocasiones lo transmitieron de forma inadecuada.

### Pregunta 11

Muchos alumnos discutieron la estructura del ADN en su totalidad, en lugar de hacerlo sobre una sola hebra, como pedía la pregunta. A pesar de ello, muchos dieron detalles suficientes como para obtener algún punto. Parecían conocer bien el rol de las enzimas restrictivas y de la reacción en cadena de la polimerasa, aunque el orden de las mismas fue menos claro. Sin embargo, fueron menos precisos en cuanto a los detalles de la separación y detección de los fragmentos. Una significativa minoría que intentó responder esta pregunta demostró cierta confusión entre las proteínas y la electroforesis de sus componentes aminoácidos.

### Opción C

Probablemente fue la opción menos popular y escasearon las respuestas de buena calidad.

### Pregunta 12

Una pregunta relativamente fácil que reveló los problemas que presentan algunos alumnos en la actualidad para escribir ecuaciones ajustadas. Un número importante de alumnos confundió el templado con el revenido.

### Pregunta 13

Generalmente, los alumnos obtuvieron buenos resultados en la primera parte de esta pregunta, en la que demostraron amplios conocimientos sobre la toxicidad del mercurio y sus compuestos, y con frecuencia los alumnos fueron capaces de identificar una segunda razón por la que las viejas técnicas se eliminaron gradualmente. Sin embargo, para muchos las ecuaciones resultaron difíciles y no fue frecuente que lograran ambos puntos.

### Pregunta 14

Hubo una amplia gama de respuestas aceptables a la primera parte de la pregunta, pero sorprendió con cuánta frecuencia los alumnos no identificaron algunos de estos: decir que son “gases de invernadero” no explica realmente un cambio de comportamiento a menos que se relacione con el gran conocimiento público de estos problemas, o la demora de su producción que se debe a su uso como materias primas. En la segunda parte de la pregunta, solo algunos sabían que los polímeros termoestables, como el fenol-metanal, tienen enlaces cruzados entre las cadenas.

### Pregunta 15

Con frecuencia, las respuestas de los alumnos no relacionaron elementos estructurales de los bifenilnitrilos con las propiedades deseables en un material para pantallas de cristal líquido. Sin embargo, conocían mejor el funcionamiento de una pantalla de cristal líquido, y algunos dieron respuestas bastante detalladas que obtuvieron buenas notas. Parecieron comprender peor el mecanismo por el cual las células fotovoltaicas generan una diferencia de potencial.

### Pregunta 16

Probablemente, esta es la pregunta en la que obtuvieron mejores puntuaciones de toda la opción. La mayoría supo escribir la definición de nanotecnología y fue capaz de identificar problemas de salud inciertos como una preocupación en potencia. Muchos también sabían la diferencia entre la estructura de los laterales y la de los extremos de los nanotubos, aunque valoraron menos la razón de la elevada resistencia a la tracción de los haces de nanotubos.

### Opción D

Indudablemente, la más popular de las opciones y una de las que tuvo las respuestas de calidad más dispar.

### Pregunta 17

Muchos alumnos confundieron el “margen terapéutico” con el “índice terapéutico”, pero la mayoría explicó adecuadamente los efectos secundarios. Con frecuencia identificaron correctamente la dimeticona como el agente antiespumante, pero esta convierte las burbujas pequeñas en burbujas grandes que se pueden expulsar. Por ello, a pesar de que esto disminuye la “hinchazón”, aumentará la “flatulencia”, en lugar de disminuirla.

### Pregunta 18

Muchos alumnos describieron la morfina (analgésico fuerte) en lugar de discutir una ventaja de la droga. La mayoría fue capaz también de identificar sus desventajas, pero en ocasiones mencionaron aspectos aplicables a cualquier sustancia, como los problemas de la sobredosificación. Conocían bien la diferencia estructural entre la morfina y la diamorfina, y por qué ello hace que la última sea menos potente.

### Pregunta 19

Fue decepcionante comprobar que la habilidad de construir una semiecuación rédox, conectando un material inicial y un producto, fue escasa. Explicaron mejor el cambio de color, aunque muchos no identificaron específicamente las especies implicadas o sus estados de oxidación. Un número alentador de alumnos fue capaz de reconocer el rol del enlace C-H en los intoxicímetros basados en absorción IR, aunque con frecuencia omitieron la importancia de la intensidad de la absorción.

### Pregunta 20

La mayoría sabía el efecto de la cafeína y las anfetaminas, pero fue alentador ver que algunos pudieron dibujar correctamente la estructura de la molécula de la que habían dado el nombre.

### Pregunta 21

Muchos alumnos pudieron explicar correctamente el modo de acción de las penicilinas, pero con frecuencia la explicación de la tensión en el ángulo de enlace no tuvo la profundidad requerida en cuanto a la hibridación de los átomos del anillo de cuatro átomos. Fue alentadora que un número elevado de alumnos fuera capaz de explicar cómo se usan los auxiliares quirales en la síntesis de drogas, pero en ocasiones sus respuestas a la primera parte de la pregunta no indicaron por qué es necesario a veces usar un procedimiento tan elaborado. Muchos alumnos supieron dar el modo de acción de las drogas antivirales, aunque en ocasiones sus respuestas carecieron de la precisión necesaria.

### Opción E

Probablemente la opción más popular después de la opción D y otra en la que la calidad de las respuestas varió mucho.

### Pregunta 22

Muchos alumnos supieron identificar otro gas de invernadero y una fuente, generalmente CFC, pero fue sorprendente ver que muchos no leyeron la palabra “otro”. Decepcionó la escasez de explicaciones precisas del efecto invernadero —usaron con demasiada frecuencia el término “reflejar”—; además continúan confundiendo la disminución de la capa de ozono con la lluvia ácida. Fueron contados los alumnos que supieron identificar los factores que afectan a la cantidad de gases que contribuyen al efecto total. En el apartado final de la pregunta, la principal flaqueza fue relacionar mal un efecto con una consecuencia.

### Pregunta 23

Conocían bien la fuerza relativa de los enlaces en el oxígeno y el ozono, además de su relación con la frecuencia de la radiación absorbida. Los alumnos también estaban familiarizados con las fuentes de los CFC y su rol en la disminución de la capa de ozono. Sin embargo, constituyeron todo un reto las ecuaciones implicadas en la catálisis de la disminución de la capa de ozono por acción del óxido de nitrógeno(II).

### Pregunta 24

Comprendieron relativamente bien el término DBO, así como también la ósmosis inversa, pero los que eligieron describir la destilación múltiple solo demostraron un conocimiento superficial del proceso. Muchos alumnos no tuvieron en cuenta los “factores económicos” en el apartado final de la pregunta y por ello no identificaron las consecuencias económicas de los problemas que surgen, así como tampoco las posibles emisiones tóxicas.

## Pregunta 25

La química del suelo continúa constituyendo un reto para los alumnos que abordan esta opción y pocos dieron una descripción detallada del CIC. En el segundo apartado de la pregunta, casi ninguno valoró el rol de las bacterias en los procesos del suelo y nuevamente los alumnos mostraron su incapacidad para escribir ecuaciones ajustadas para una conversión a partir de los reactivos y los productos.

## Opción F

A pesar de que la opción F parece estar ganando popularidad, aún se sitúa por detrás de las opciones más populares. Aunque en ocasiones hubo buenas respuestas, los alumnos que la abordaron con frecuencia obtuvieron una baja puntuación.

## Pregunta 26

La mayoría de los alumnos identificó correctamente el compuesto que se combina con los ácidos grasos en los triglicéridos, pero habitualmente explicaron de forma imprecisa la disminución del punto de fusión de los isómeros *cis*. Conocían bien la relación entre las grasas *trans* y los niveles de HDL/LDL y los trastornos que provienen de su relación no saludable, pero en contadas ocasiones mencionaron la dificultad de su metabolización. Los alumnos conocían, o desconocían por completo, el mecanismo de la oxidación de grasas por radicales libres en el que muy pocos obtuvieron puntuación parcial; sin embargo la mayoría supo identificar un factor pertinente para reducir dicha proporción.

## Pregunta 27

Muchos alumnos identificaron correctamente las diferencias estructurales requeridas, aunque en ocasiones demostraron un manejo inadecuado de la terminología química apropiada para comunicarlo. Muchos reconocieron el comportamiento de la vitamina E como secuestrador de radicales libres.

## Pregunta 28

Aunque la valoración del problema de los colores complementarios fue generalizada, casi ninguno de los alumnos identificó **ambas** bandas de absorción en la región visible. En los siguientes apartados de la pregunta, muchos alumnos perdieron puntos por no responder la pregunta en su totalidad: no mencionaron la *gran* conjugación o el *elevado número* de enlaces dobles *carbono-carbono*, así como tampoco mencionaron la temperatura, en lugar de un *aumento* de temperatura, como un factor para la velocidad de reacción. La falta de polaridad fue una razón muy ampliamente extendida para explicar la solubilidad de los carotenoides en grasas, aunque la falta de grupos capaces de formar uniones de hidrógeno pudo haber sido más precisa (muchas moléculas bastante polares, como el  $\text{CHCl}_3$ , son insolubles en agua). Con frecuencia conocían las características que conducen a que los fosfolípidos actúen como emulsionantes, pero nuevamente los alumnos tendieron a perder puntos porque sus respuestas no fueron lo suficientemente detalladas en cuanto a la interacción de las fases presentes.

## Pregunta 29

Muchos alumnos parecieron tener una comprensión sumaria de las reglas CIP, aunque con frecuencia carecieron de las habilidades lingüísticas como para comunicar este conocimiento de forma clara y completa. La ordenación de los grupos de acuerdo con su masa atómica en lugar del número atómico parece ser una confusión frecuente, aunque en la práctica los resultados son los mismos.

## Opción G

Solo un pequeño número de alumnos abordó la opción G, aunque dichos alumnos con frecuencia obtuvieron buenas puntuaciones.

## Pregunta 30

Esta pregunta se respondió de forma decepcionante y los alumnos perdieron puntos frecuentemente por la falta de precisión en el lenguaje. Los carbonos se disponen en un hexágono *regular* (la igualdad de longitudes de enlaces es el único factor que lo diferencia de la estructura de Kekulé, que sería también plana con ángulos de enlace de 120°). Relativamente pocos alumnos fueron capaces de indicar una prueba termoquímica para respaldar el hecho de que el anillo bencénico no está formado por enlaces simples y dobles dispuestos alternativamente. Los alumnos generalmente no especificaron H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, a pesar de la pista del enunciado "identifique *exactamente*". Fue alentador comprobar que resolvieron bien el apartado sobre mecanismos de la pregunta, en el que muchos obtuvieron todos los puntos. Por lo general, conocían bien las reactividades relativas de los sustituyentes del benceno, aunque fue poco frecuente que obtuvieran ambos puntos por la explicación del aumento de reactividad del metilbenceno.

## Pregunta 31

Aunque hicieron bien el mecanismo de la reacción, pocos pudieron apreciar que la presencia de una elevada concentración de Br<sup>-</sup> afectaría a la etapa final como para producir CH<sub>3</sub>-CHBr-CH<sub>3</sub>, y abundaron los productos disustituídos.

## Pregunta 32

Casi todos los alumnos identificaron correctamente la reacción de adición-eliminación/condensación, pero conocían un poco peor la estructura de la cianohidrina. Los alumnos que dieron el anhídrido de ácido como producto de la reacción del hidroxácido con cloruro de etanoílo obtuvieron puntos, a pesar de que la reacción con el grupo hidroxilo sería más rápida que la del grupo carboxilato. Muchos alumnos trataron de explicar el efecto del grupo hidroxilo sobre la fuerza del ácido por medio del efecto adicional del enlace de hidrógeno sobre la solubilidad (que tendría el efecto de debilitar el hidroxácido), en lugar de citar el efecto inductivo del grupo. Conocían peor el producto de la reacción del reactivo de Grignard, pero hubo más alumnos que eran conscientes de los reactivos que se requerían para obtenerlo.

## Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

- Animar a los alumnos a leer cuidadosamente las preguntas y los párrafos de introducción, conjuntamente con las puntuaciones, para ayudarlos a identificar el enfoque y la profundidad adecuados. Cuando se pida a los alumnos que comparen, es preciso que mencionen semejanzas y diferencias.
- Entrenar a los alumnos para que sean específicos en la identificación de los enlaces; por ejemplo, dobles enlaces *carbono-carbono*, en lugar de simplemente dobles enlaces.
- Brindar a los alumnos oportunidades para practicar la escritura de ecuaciones de conversión ajustadas dados los reactivos y los productos.
- Proporcionar a los alumnos abundantes ocasiones de practicar el uso del vocabulario apropiado para definir y explicar con precisión y de forma concisa fenómenos químicos.
- Asegúrese de que los alumnos tienen abundantes oportunidades de trabajar con pruebas anteriores, y luego utilizar los esquemas de calificación para puntuarlos, con el fin de asegurarse del nivel de detalles que se requiere.

## Prueba 3 del Nivel Medio

### Límites de calificación del componente

<b>Calificación final:</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rango de puntuaciones:</b>	0 - 6	7 - 12	13 - 15	16 - 19	20 - 24	25 - 28	29 - 40

### Ámbito y adecuación del trabajo entregado

El 93,99 % de los profesores que respondieron consideraron que el nivel de dificultad de la prueba fue apropiado. El 70,68 % consideró que el nivel fue similar al del año pasado y un 11,28 % consideró que la prueba fue un poco más difícil que la del año pasado. En cuanto a la claridad de expresión, el 45,11 % consideró que fue buena. En resumen, consideraron que la prueba fue justa. Hubo algunos comentarios de los profesores sobre la interpretación de la especificidad del material de la guía de la asignatura, especialmente en la opción B. También consideraron que la opción G fue algo más exigente que en anteriores convocatorias de exámenes. Surgieron algunos comentarios sobre las preguntas de las opciones C y D, por estar más centradas en la memoria que en la aplicación.

Las opciones B, D y E fueron las más populares. El número de alumnos que respondieron las opciones A y F fue mayor, y solo un número pequeño de alumnos abordaron las opciones C y G.

## Áreas del programa y del examen que les resultaron difíciles a los alumnos

- Tipos específicos de cromatografía
- Recordar la existencia de isótopos en el contexto de la espectroscopía de masas
- Hidrólisis de proteínas
- Definición y cálculo del índice de yodo
- Aleaciones de acero y el efecto sobre las propiedades físicas
- Principios de las pantallas de cristal líquido
- Diferencia entre margen terapéutico e índice terapéutico
- Construcción de ecuaciones rédox en las que intervienen moléculas orgánicas
- Factores que afectan al impacto de los gases de invernadero
- Procesos de descomposición aeróbicos y anaeróbicos del material orgánico
- Explicación de la diferencia de punto de fusión de los ácidos *cis* y *trans*
- Acción de los antioxidantes
- Acción de los emulsionantes
- Evidencia termoquímica de la estructura deslocalizada del benceno
- Relación entre el efecto inductivo de los sustituyentes y la fuerza ácida de los ácidos carboxílicos

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

- Técnicas analíticas
- Identificación de los enlaces responsables de los picos en un espectro infrarrojo
- Concepto del valor de  $R_f$
- Función de la progesterona y la testosterona en el organismo
- Campo de la nanotecnología
- Naturaleza de los efectos secundarios
- Uso de la dimeticona en antiácidos
- Identificación de grupos funcionales diferentes en la morfina y la heroína
- Efectos de los estimulantes sobre la concentración mental
- Formación y destrucción del ozono
- Fuentes de los contaminantes que descomponen el ozono
- Efecto de las grasas *trans* en los niveles de colesterol LDL
- Relación entre la longitud de onda de la luz absorbida y el color complementario
- El enlace en el benceno

## Puntos fuertes y débiles de los alumnos al abordar cada una de las preguntas concretas

### Opción A

Este año fue una opción más popular. El desempeño en esta opción fue bueno y hubo un buen número de pruebas de alta calidad.

### Pregunta 1

Los alumnos respondieron bien esta pregunta, aunque con frecuencia no dieron el tipo específico de cromatografía. Resolvieron bien el orden creciente de la frecuencia de radiación asociada con la técnica espectroscópica. El error más habitual fue omitir el tipo específico de cromatografía.

### Pregunta 2

Muchos alumnos elucidaron la estructura, aunque con frecuencia colocaron el grupo carbonilo en posición incorrecta. A menudo indicaron el número de ambientes de H, pero no hicieron lo mismo con las relaciones de átomos. Muchos obtuvieron el punto por indicar un desplazamiento correcto asociado con el grupo metilo.

### Pregunta 3

En contadas ocasiones lograron los dos primeros puntos, puesto que la mayoría no recordó que el cloro es una mezcla de isótopos. El ion pico molecular más habitual fue a 62,5 en lugar de ambos a 62 y 64. Con frecuencia sugirieron erróneamente la fragmentación del doble enlace con la producción del fragmento  $\text{CH}_2$ . La mayoría identificó bien las posibles bandas de absorción en el IR y el efecto de la absorción de radiación por las moléculas. Fue evidente que la mayoría de los alumnos comprendió que cuando se absorbe radiación IR se produce un estiramiento o curvatura del enlace, pero hubo escasas referencias correctas a la variación de la polaridad del enlace que era el requisito para obtener el segundo punto.

### Pregunta 4

Respondieron bien esta pregunta, en la que la respuesta más frecuente fue el átomo de H. Muchos fueron capaces de relacionar las regiones más claras y oscuras de una IRM con la idea de hidrógenos en diferentes ambientes. Las explicaciones de por qué una IRM es menos dañina para el paciente que los rayos X fueron a menudo demasiado generales.

### Opción B

Esta fue una opción popular en la que se dieron respuestas muy diferentes.

### Pregunta 5

Un gran número de alumnos interpretó mal la pregunta y describió detalladamente cómo separar los aminoácidos por cromatografía. Los que interpretaron la pregunta correctamente con frecuencia no mencionaron que se debía calentar la proteína con ácido y no se refirieron a la ruptura de los enlaces peptídicos en este proceso hidrolítico.

Con frecuencia no calcularon el valor de  $R_f$ , pero obtuvieron el punto por la fórmula correcta.

### Pregunta 6

En general respondieron bien a estas preguntas. Sabían bien la diferencia entre las estructuras de la amilosa y la celulosa, aunque en algunos casos mencionaron que los enlaces en la celulosa eran 1-6.

### Pregunta 7

Conocían razonablemente bien los beneficios del ácido linolénico, especialmente su efecto para disminuir el colesterol LDL, y muchos obtuvieron todos los puntos en este apartado de la pregunta, aunque en algunos casos, no obtuvieron uno de los puntos por no especificar el LDL. En ocasiones, la definición de índice de yodo constituyó un reto en el que algunos confundieron la masa y los moles de yodo. La definición que se esperaba de índice de yodo era que es la masa de yodo, en gramos, que reacciona con 100 g de aceite. En general, a los alumnos les resultó difícil el cálculo del índice de yodo.

### Pregunta 8

Muchos fueron capaces de indicar por lo menos una forma de aumentar el contenido de nutrientes de los alimentos y la respuesta más frecuente fue la modificación genética. Con frecuencia sugirieron erróneamente el uso de complementos nutritivos que ya se mencionaba en el enunciado de la pregunta.

### Pregunta 9

Muchos alumnos fueron capaces de nombrar los grupos funcionales presentes en la aldosterona, aunque con frecuencia no fueron capaces de identificar ambos grupos funcionales presentes en ambas hormonas. Hubo un número razonable de referencias al grupo "hidróxido" en lugar de grupo hidroxilo. Con frecuencia no identificaron correctamente la glándula endocrina, aunque respondieron correctamente la función de la progesterona y la testosterona, aunque no siempre con precisión.

### Opción C

Fue una de las opciones menos populares, con algunos desempeños de diversa calidad en conjunto.

### Pregunta 10

Resultó gratificante ver que un buen número de alumnos ajustó correctamente las ecuaciones. En contadas ocasiones explicaron con precisión cómo la aleación del acero afecta a las propiedades físicas. En contadas ocasiones describieron correctamente el revenido del acero templado y la respuesta más frecuente fue calentar y enfriar rápidamente.

### Pregunta 11

Muchos alumnos obtuvieron por lo menos un punto, habitualmente por referirse a la demanda de petróleo crudo como materia prima relacionada con la demanda de una variedad de productos más amplia. Las demás razones se comunicaron a menudo de forma inadecuada.

Hubo muchas respuestas que se referían a la “producción de gases invernadero”, sin calificar las variaciones en el comportamiento. Con frecuencia, las respuestas a la segunda parte de esta pregunta no indicaron con precisión las ventajas y desventajas del uso de plásticos frente al cartón específicamente para envases.

### Pregunta 12

Muchos alumnos conocían la característica esencial que debe tener una molécula de cristal líquido para que la pantalla se apague y encienda, pero describieron mal los principios de un dispositivo con pantalla de cristal líquido y evidentemente no la comprendieron.

### Pregunta 13

Con frecuencia definieron correctamente la nanotecnología y muchos alumnos sabían la diferencia entre la disposición de los átomos de carbono en los laterales y los extremos de los nanotubos de carbono. En la mayoría de los exámenes no se mencionaron la presencia de fuertes enlaces covalentes entre los átomos de carbono para explicar la elevada resistencia a la tracción de los haces de nanotubos.

### Opción D

Esta fue la opción más popular de la prueba y tuvo respuestas de calidad muy dispar. Muchas respuestas a algunas de las preguntas descriptivas carecieron de la precisión requerida y con frecuencia demostraron que la aplicación de la química que se requería en esta opción fue menos que adecuada.

### Pregunta 14

Muchos alumnos confundieron la definición de “margen terapéutico” con “índice terapéutico”. Tampoco comprendieron bien el carácter reducido del margen terapéutico, aunque expresaron bien la naturaleza de los efectos secundarios. En general, comprendieron bien el rol de la dimeticona como agente antiespumante. Lo identificaron correctamente como agente antiespumante que convierte burbujas pequeñas en burbujas mayores que luego se liberan. Esto disminuye la “hinchazón” y aumenta la “flatulencia”, en lugar de disminuirla, respuesta que se vio con demasiada frecuencia para el uso de la dimeticona.

### Pregunta 15

Muchos alumnos describieron la acción de la morfina como analgésico fuerte en lugar de centrarse en la ventaja del uso de la morfina, aunque sabían las desventajas de su uso. Con frecuencia conocían bien las diferencias estructurales entre la morfina y la diamorfina.

### Pregunta 16

Fue poco frecuente ver una semiecuación correcta que mostrara la oxidación del etanol a etanal. También fue poco frecuente que se identificaran el ion verde formado durante la oxidación del etanol. Muchos alumnos identificaron bien el rol de la absorción del enlace C-H en los intoxicímetros IR, aunque con poca frecuencia relacionaron la absorción en el IR con la concentración de etanol.

### Pregunta 17

Muchos alumnos sabían el efecto de ambas, la cafeína y la anfetamina, sobre el aumento de lucidez mental. Con frecuencia no dibujaron correctamente la estructura de la feniletilamina.

### Pregunta 18

Muchos alumnos fueron capaces de explicar el funcionamiento de las penicilinas como agentes antibacterianos, aunque las respuestas carecieron de claridad. La razón para modificar la cadena lateral de la penicilina generalmente se relacionó con la resistencia bacteriana, pero no específicamente con el modo cómo afecta la acción de la penicilina. Los alumnos no tuvieron claro a menudo las diferentes formas de acción de las drogas antivirales, y aunque habitualmente consiguieron obtener uno de los dos puntos, muchas de las explicaciones carecieron de precisión en cuanto a su modo de acción.

### Opción E

Fue una opción popular en la que también la variedad de respuestas fue amplia.

### Pregunta 19

Muchos identificaron otro gas invernadero y las respuestas más populares fueron el metano y los CFC.

La mayoría de los alumnos identificó la abundancia como un factor que influye sobre el efecto invernadero relativo de un gas, pero no identificaron el segundo factor. Pocos fueron capaces de expresar claramente el efecto y las consecuencias del aumento de los gases que causan el efecto invernadero. Además, con frecuencia confundieron la disminución de la capa de ozono con la lluvia ácida.

### Pregunta 20

Generalmente conocían las ecuaciones para la formación y disminución de la capa de ozono. Muchos identificaron a los CFC como sustancias que descomponen el ozono y sus fuentes, pero fue poco frecuente ver un segundo ejemplo.

### Pregunta 21

Por lo general comprendieron bien el término DBO, aunque bastantes indicaron que es la cantidad de oxígeno necesaria para la vida acuática. Fue poco frecuente que indicaran correctamente los productos de la descomposición aeróbica y anaeróbica del material orgánico nitrogenado.

Con frecuencia describieron claramente la ósmosis inversa, a diferencia del proceso de destilación múltiple, que no fue comprendido bien. Muchos obtuvieron un punto por citar un factor económico que es preciso considerar cuando se construye una nueva planta de incineración, aunque con frecuencia discutieron sobre los factores económicos y por ello fue raro que obtuvieran el segundo punto.

## Opción F

Esta opción fue más popular que en los últimos años. A pesar de que intentaron responder las preguntas con cierto acierto, el desempeño general en esta opción dio como resultado notas más bajas.

### Pregunta 22

La mayoría de los alumnos identificó correctamente que la glicerina es el compuesto que se combina con los ácidos grasos para formar triglicéridos. Los alumnos con frecuencia describieron la diferencia entre el isómero *cis* y el *trans*, pero no siempre mencionaron el empaquetamiento de las moléculas. Muchos alumnos conocían un efecto sobre la salud del consumo de ácidos grasos *trans*, y con frecuencia mencionaron las cardiopatías. Los efectos erróneos frecuentes sobre la salud del consumo de ácidos grasos *trans* fueron que “son difíciles de descomponer” o “difíciles de digerir”. Estos enunciados, en el caso de los ácidos grasos *trans*, no son sinónimos de ser “difíciles de metabolizar”.

Conocían bien las condiciones de la hidrogenación del ácido oleico.

### Pregunta 23

Muchos alumnos obtuvieron un punto por la semejanza entre la estructura de los antioxidantes naturales y los sintéticos, pero no fue frecuente que obtuvieran algún punto por las diferencias, ya que habitualmente compararon las dos estructuras de los antioxidantes naturales en vez de los naturales con los sintéticos. Fue poco frecuente que describieran correctamente el rol secuestrador de radicales libres de la vitamina E, aunque generalmente conocían bien los beneficios del consumo de alimentos que contienen antioxidantes.

### Pregunta 24

La mayoría de los alumnos valoró la idea de que los carotenoides absorben longitudes de onda de luz específicas, pero no fue habitual que mencionaran la luz visible. Mencionaron la idea de la transmisión de luz de color complementario, pero con frecuencia no lo explicaron claramente. Es preciso que sean más específicos con los factores que aumentan la velocidad de oxidación de los carotenoides, como, por ejemplo, decir “mayor temperatura”, aunque con frecuencia mencionaron correctamente la luz como un factor.

### Pregunta 25

En el primer apartado de la pregunta los alumnos describieron cómo se formaba una emulsión. Muchas respuestas mencionaron las características que hacen que los fosfolípidos actúen como emulsionante, pero con frecuencia no fueron capaces de expresarlo con precisión en el contexto de esta pregunta.

## Opción G

Fueron escasos los alumnos que intentaron responder esta opción. En conjunto, hubo algunas respuestas muy buenas.

### Pregunta 26

Por lo general, los alumnos fueron capaces de demostrar cierta comprensión de la estructura y el enlace en el benceno, aunque con frecuencia la explicación fue imprecisa o incompleta. Pocos alumnos describieron la estructura como un hexágono "regular". Muchos fueron capaces de identificar una evidencia termoquímica que respaldara el hecho de que el anillo bencénico no está formado por enlaces simples y dobles dispuestos alternadamente. Algunas respuestas mencionaron que la variación de entalpía es menos exotérmica, pero no indicaron a qué variación de entalpía específica se referían.

### Pregunta 27

Hubo bastantes mecanismos correctos, aunque con frecuencia perdieron puntos por colocar las flechas curvas de forma incompleta. Una respuesta muy habitual a la pregunta sobre la predicción del producto que se formaría con mayor probabilidad en presencia de elevada concentración de iones bromuro fue el bromuro disustituido, en lugar de  $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3$ .

La mayor parte indicó correctamente el nombre de un alcohol que se usa para producir propeno, aunque habitualmente no respondieron correctamente el tipo de reacción.

### Pregunta 28

La mayoría identificó correctamente la reacción como condensación/adición-eliminación, aunque la estructura de la cianohidrina fue poco frecuente.

Habitualmente las explicaciones del efecto de un grupo hidroxilo sobre la fuerza del ácido se centraron en el efecto del enlace de hidrógeno adicional sobre la solubilidad, en lugar de hacerlo sobre el efecto extractor de electrones del grupo hidroxilo. En contadas ocasiones indicaron la estructura del producto de la reacción de Grignard, aunque algunos lograron proporcionar los reactivos correctos necesarios para obtener el reactivo de Grignard.

## Recomendaciones y orientación para la enseñanza a futuros alumnos

- Es importante asegurarse de dedicar el tiempo apropiado a la enseñanza de cada una de las dos opciones (solo una opción a partir de mayo de 2016). Es interesante que en un buen número de pruebas se apreciara gran disparidad en cuanto al desempeño en las dos opciones. Este hecho sugiere posiblemente que una de ellas no se había enseñado formalmente y que se dejó para que los alumnos la prepararan de forma independiente. A pesar de que se anima el trabajo autónomo, algunos alumnos tienen evidentes dificultades para comprender parte del material, de ahí que animemos a que se adopte un enfoque equilibrado para cubrir los contenidos de la opción entre la cobertura formal de la opción y el trabajo autónomo.
- El trabajo de la opción debe proporcionar a los alumnos muchas oportunidades para aplicar los principios químicos nucleares como la escritura de semiecuaciones redox, especialmente en las que intervienen moléculas orgánicas.

- Se debe hacer hincapié también en la práctica continua de responder a preguntas sobre cada una de las opciones de los exámenes anteriores, que incluya el desarrollo de unas estrategias para planificar y escribir respuestas coherentes, teniendo siempre en cuenta el número de puntos de cada pregunta. Esto también brinda la oportunidad de revisar el material continuamente.
- Los alumnos necesitan familiarizarse con los términos de instrucción y la profundidad de las respuestas que se esperan para cada uno de ellos, especialmente aquellos del objetivo 3. También debe fomentarse la práctica de la escritura de explicaciones claras usando la terminología científica correcta.
- Los alumnos necesitan estar más familiarizados con los mecanismos orgánicos y deben prestar especial atención a la ubicación de las flechas curvas y el dibujo de las estructuras orgánicas.