

QUÍMICA

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-18	19-33	34-48	49-59	60-69	70-79	80-100

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-17	18-32	33-47	48-57	58-67	68-78	79-100

Prueba 1 del nivel medio

Bandas de calificación del componente

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-7	8-12	13-18	19-20	21-23	24-25	26-29

Comentarios generales

Esta prueba constó de 30 preguntas sobre el tronco común y se realizó sin calculadora ni cuadernillo de datos. Para cada pregunta se propusieron cuatro respuestas, asignándose puntuación por cada respuesta correcta sin efectuar deducción por las incorrectas. Debido a la no penalización por las respuestas incorrectas, es sorprendente que algunos alumnos dejen sin responder una o más preguntas. En el examen de este año, para cada pregunta, hubo por lo menos un alumno que la dejó en blanco y 53 estudiantes no contestaron la pregunta N° 30. En total, hubo 463 sin responder entre 24.584 respuestas posibles (6.146 alumnos por cuatro posibles respuestas)

Los impresos G2 brindaron a los profesores la oportunidad de comparar la prueba de este año con la del año pasado. De los 159 impresos G2 recibidos, el 72% de indicó que el nivel de la prueba de M2005 fue similar al de M2004. El 16% de los restantes consideró que fue un poco más fácil, mientras que el 12% opinó que fue un poco más difícil. El 97% consideró que el nivel de dificultad fue apropiado, mientras que el 1% lo consideró demasiado fácil y el 2 % lo consideró demasiado difícil. El 61% de los que respondieron opinó que la cobertura del programa fue buena y el 36% la consideró satisfactoria (el 3% la consideró pobre). El 47% estimó que la claridad de expresión fue buena y el mismo porcentaje la calificó de satisfactoria, mientras que el 6% la consideró pobre. El 68% consideró que la presentación de la prueba fue buena y el resto la consideró satisfactoria. Se realizaron varios comentarios sobre algunas preguntas, algunos de ellos se comentan a continuación.

Aspectos destacables y dificultosos en las preguntas individuales

El índice de dificultad, D, (porcentaje de alumnos que responden cada pregunta correctamente) osciló entre el 93 y el 24% y el índice de discriminación, d, (que señala en qué medida cada pregunta diferencia los alumnos de alta puntuación de los de baja puntuación) osciló entre 0,43 y 0 (cuanto mayor es el valor, mejor es la diferenciación).

Se realizaron los siguientes comentarios sobre las preguntas individuales, haciendo hincapié en aquellas preguntas que parecieron ser especialmente difíciles para los estudiantes, como lo indican sus bajos índices de dificultad.

Pregunta 11

En esta pregunta, con índice de dificultad de 46%, se pedía que los alumnos identificaran qué enlaces o fuerzas se rompen cuando se vaporiza el etanol (enlaces covalentes, enlaces de hidrógeno o fuerzas de Van der Waals). A pesar de que la respuesta correcta (enlaces de H y fuerzas de vdW) fue seleccionada por más alumnos que ninguna otra respuesta, un número sorprendente seleccionó una opción que incluía enlaces covalentes, mientras que muchos otros descartaron las fuerzas de vdW y eligieron sólo los enlaces de hidrógeno.

Pregunta 13

En esta pregunta se pedía que los alumnos relacionaran los cambios asociados con el mayor distanciamiento entre las partículas. Se eliminó durante el proceso de adjudicación de grados, a pesar de tener buenos resultados estadísticos ($D = 0,61$ y $d = 0,28$), porque la expresión de la pregunta se juzgó potencialmente confusa. Los profesores que enviaron los impresos G2, la tildaron de problemática en un gran número de ocasiones.

Pregunta 16

Esta pregunta fue la segunda más difícil, aproximadamente un 30% de los alumnos la respondió correctamente. En ella se pedía que los alumnos eligieran la expresión de la variación de calor expresada en Joules, a partir de su masa (m), la capacidad calórica específica (c) y la variación de temperatura (t). El número de alumnos que sumó 273 a la variación de temperatura superó a los que seleccionaron la respuesta correcta (mct).

Pregunta 18

En esta pregunta, cuyo índice de dificultad fue cercano al 38%, se requería identificar el enunciado correcto sobre el signo de ΔG° cuando ΔH° y ΔS son negativos. La mayoría eligió la respuesta correcta, “No se puede determinar sin saber la temperatura”, casi la misma cantidad eligió la respuesta “Es negativo a temperatura elevada y positivo a baja temperatura”. Esta respuesta sugiere que muchos estudiantes confiaron en la memorización de una tabla incluida en muchos libros de texto en vez de razonar sobre las condiciones.

Pregunta 19

En esta pregunta, que fue la más difícil de la prueba con un índice de dificultad del 24%, se preguntaba sobre las mediciones que se podían usar para determinar la velocidad de la reacción entre el $\text{CaCO}_3(\text{s})$ y el $\text{HCl}(\text{aq})$. Se presentaron tres métodos alternativos y se les preguntó sobre tres combinaciones diferentes de dos o los tres. El índice de dificultad corresponde a una elección aleatoria y, de acuerdo con esto, dos opciones incorrectas tuvieron más respuestas que la correcta. El índice de discriminación (0,30) demuestra que el número de estudiantes mejor preparados que contestaron correctamente fue significativamente mayor que los otros.

Pregunta 27

En esta pregunta, con índice de dificultad de 39%, se preguntó qué sucede durante la electrólisis cloruro de sodio fundido. Los estudiantes bien preparados y los menos preparados respondieron uniformemente bien (o uniformemente mal) esta pregunta cuyo un índice de discriminación fue de 0,04. Es posible que se confundieran porque los electrodos se designaron por medio de signos. Esta forma de designar los electrodos se especifica en el E.E. 10.3.1

Prueba 2 del nivel medio

Bandas de calificación del componente

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-7	8-14	15-21	22-27	28-32	33-38	39-50

Comentarios generales

Resumiendo, la prueba 2 de Química del MN de mayo de 2005 resultó ser razonablemente accesible para la mayoría de los alumnos. Como es habitual, a muchos les fue más difícil dar una explicación válida que escribir una definición, *etc.* Sin embargo, el nivel de la prueba fue apropiado y la distribución obtenida fue normal. Se informó sobre los siguientes aspectos específicos con respecto a la prueba.

Áreas del programa que causaron dificultades a los alumnos

A pesar de que el nivel de dificultad pareció variar de un centro a otro, las siguientes áreas causaron problemas a un número considerable de alumnos:

- Los estudiantes presentaron frecuentes dificultades en la resolución de problemas numéricos. Dos ejemplos cruciales de este hecho aparecieron en la Sección A, especialmente en relación con la determinación de la variación de entalpía en el apartado 1 (c) y el cálculo de la masa molar del hidrocarburo en el apartado 2 (b) (i). Además, el tratamiento de las unidades y constantes en ambas preguntas fue incorrecto.
- La fluidez y exactitud de expresión de las respuestas sobre la teoría de las colisiones hizo que con frecuencia se perdieran puntos, aún los mejor preparados que aparentemente manejaban el concepto. Sólo los mejores estudiantes obtuvieron la puntuación total en 4 (a) y 4 (b).
- La TRPEV fue especialmente poco convincente. Muchos fueron capaces de deducir la geometría molecular individual de las moléculas de SCl_2 y C_2Cl_2 , pero fallaron en la comprensión de la teoría en sí misma. Además, muchos estudiantes no fueron capaces de racionalizar la idea de una geometría basada en el campo electrónico, con respecto a un sistema de enlaces múltiples sobre un átomo central.
- La polaridad molecular demostró ser el concepto más difícil de comprender para los alumnos, sólo una pequeña minoría de los mejor preparados fueron capaces de racionalizar la polaridad total de la molécula en función del momento dipolar resultante.
- Muchos alumnos no fueron capaces de explicar completa y correctamente las propiedades físicas periódicas como el radio atómico y la energía de primera ionización.

Áreas del programa bien preparadas.

Las respuestas a las siguientes áreas fueron correctas:

- cálculo de la fórmula empírica, 2 (a)
- comprensión de la idea de reactivo limitante, 2 (c)
- los efectos dañinos del CO se comprendieron bien, 2 (c)
- escritura de las fórmulas estructurales, 5
- determinación del número de partículas subatómicas a partir de un símbolo nuclear, 6 (b)

- tendencias periódicas generales de las propiedades físicas, 7 (a)
- química orgánica en general, 8

Además, la mayoría de los estudiantes demostró competencia en las habilidades matemáticas básicas. La comprensión de la teoría básica fundamental del programa fue predominantemente satisfactoria. Sin embargo, la comprensión más profunda de la base racional de muchas teorías fue ocasional, a pesar de que es posible argumentar de que se trata de una prueba de nivel medio, es evidente que en este aspecto es preciso mejorar la preparación de los alumnos en ciertas áreas de la química, tales como estructura y enlace, propiedades físicas, observaciones experimentales, isomería, reacciones exo/endotérmicas y polaridad molecular. El tratamiento que dieron los alumnos a dichas áreas fue demasiado rudimentario y, en algunas pruebas se observaron errores claros, especialmente en relación con el rol de los pares electrónicos en la TRPEV y la influencia de la polaridad de enlace en la deducción de la geometría molecular.

Aspectos destacables y débiles en las preguntas individuales

Sección A

Pregunta 1

- (a) La mayoría de los alumnos indicó que se produciría una elevación de la temperatura, pero muy pocos fueron capaces de asociarlo con la idea de reacción exotérmica, como respuesta al apartado (a). Algunos aún confunden los términos exotérmico y endotérmico. ¡Un error frecuente fue indicar que la reacción era endotérmica porque durante el proceso se liberaba calor!
- (b) La mayoría fue capaz de explicar que las soluciones se mezclaron con rapidez para que el calor se libere velozmente. Sin embargo, muchos mencionaron incorrectamente un aumento de la velocidad de la reacción.
- (c) Sólo los alumnos mejor preparados fueron capaces de determinar la variación entálpica de la reacción. Muchos fueron capaces de escribir la expresión del calor liberado en función de capacidad calorífica específica, variación de temperatura y masa, pero muy pocos se dieron cuenta de que la masa era la de la solución y comenzaron intrincados cálculos que involucraban la masa molecular relativa del KOH o el HCl. Algunos expresaron la temperatura como $3,5+273$ y la cantidad de sustancia como 0,05 moles, es decir, las cantidades de KOH y HCl conjuntamente. En general, sólo algunos de los alumnos menos preparados obtuvieron más de los dos primeros puntos por esta parte de la pregunta, sin percatarse de la diferencia inherente entre una variación de calor experimental y una variación entálpica molar. Un error muy frecuente que se observó en el primer punto, fue escribir $\Delta H = mc\Delta T$, en lugar de $q = mc\Delta T = 1463 \text{ J}$. Algunos también omitieron tener en cuenta las cifras significativas y las unidades en esta parte de la pregunta. En el apartado (c), la explicación sobre la pérdida de calor y su minimización, fue correcta. Sin embargo, algunos sugirieron usar un calorímetro, sin explicitar el uso de una tapa o de un recipiente de reacción aislado. Otros escribieron respuestas más generales tales como usar un sistema cerrado, sin mayor aclaración. Además hubo alumnos que sugirieron usar un gráfico. Sin embargo, esta respuesta no puntuó, ya que en este apartado era preciso indicar detalles exactos, es decir cierta referencia al tipo de gráfico – gráfico *T versus t*.
- (e) Muchos respondieron este apartado correctamente y fue gratificante ver que los estudiantes señalaron que el KOH era el reactivo limitante de la reacción. Algunos alumnos mencionaron el aumento de la velocidad de la reacción con el aumento de la concentración de ácido. Otro error muy común fue indicar que no se producía variación de temperatura, cuando en realidad lo que querían decir era que no se produciría una variación del aumento de temperatura.

Pregunta 2

- (a) La gran mayoría de los alumnos fue capaz de determinar acertadamente la fórmula empírica del hidrocarburo. Algunos escribieron la fórmula como C_2H al revés de CH_2 . Una minoría también obtuvo la relación, pero olvidó escribir la fórmula, de esta forma perdió el segundo punto de la pregunta.
- (b) Este apartado causó algunos problemas a los alumnos. La mayoría escribió $pV = nRT$, pero tuvieron dificultades para elegir el valor más apropiado de R , la constante universal de los gases, o los parámetros de presión y volumen dados en la pregunta. Como consecuencia de esto, los alumnos que no calcularon correctamente en el apartado (i), no fueron capaces de determinar la fórmula molecular del hidrocarburo, C_4H_8 , en el apartado (ii), puesto que aquí no se tuvo en cuenta el error por arrastre. Algunos parecieron confundir la pregunta e intentaron escribir la fórmula estructural, en lugar de sencillamente escribir la fórmula molecular C_4H_8 que se pedía en la pregunta.
- (c) Prácticamente todos los estudiantes respondieron bien este apartado. Sin embargo, una minoría mencionó el dióxido de carbono, aún cuando la palabra incompleta aparecía en la pregunta destacada en negrita. Otra característica del tipo de respuesta que apareció en esta pregunta, es que los alumnos indicaron que en la combustión incompleta de hidrocarburos produce CO , que es dañino para el hombre. Este tipo de respuestas sólo mereció 1 punto puesto que la información ya se menciona en el enunciado de la pregunta. Los alumnos debían referirse a la naturaleza tóxica del CO etc.

Pregunta 3

- (a) En esta pregunta algunos alumnos mencionaron la entropía en vez de la teoría cinética. Algunos mencionaron una reacción del amoníaco con el aire en lugar de un proceso de difusión. Muchos alumnos parecieron entender la difusión como un movimiento de partículas de elevada concentración a baja concentración, o causada por colisiones con las partículas de aire. Algunos no mencionaron explícitamente el hecho de que las partículas o moléculas de amoníaco se desplazan con movimiento aleatorio continuo.
- (b) Las respuestas a este apartado fueron muy buenas. Sin embargo, una omisión destacable, fue que los alumnos no siempre indicaron qué sucede con el tiempo. Asimismo, unos pocos trataron de explicar esta pregunta indicando que puesto que se trata de una reacción química, la velocidad aumentaría. El segundo punto clave en este apartado es que las moléculas de amoníaco tendrán mayor velocidad de difusión o se desplazarán más rápido.

Pregunta 4

- (a) Muchos fueron capaces de reconocer que para que se produzca una reacción química es preciso que las partículas colisionen con una orientación adecuada y que la energía cinética debe ser suficiente. Sin embargo, fueron menos los que mencionaron la energía de activación y, entre aquellos que lo hicieron, hubo muchos que demostraron confusión sobre a qué se refiere exactamente la energía de activación.
- (b) Sólo un pequeño número de alumnos obtuvo la puntuación total, aún a pesar de que este tipo de pregunta se ha preguntado anteriormente en el nivel medio. La mayoría indicó el aumento del número de colisiones entre las partículas, pero sólo los estudiantes mejor preparados lo relacionaron con la unidad de tiempo *i.e.* aumento de la frecuencia de las colisiones. Los alumnos no obtuvieron el primer punto a menos que mencionaran explícitamente el tiempo en sus respuestas. Asimismo, aún en el caso de mencionar la energía de activación, en contadas ocasiones indicaron que la proporción de partículas que poseen energía mayor o igual a la energía de activación, aumenta. Nuevamente, algunos mencionaron de forma incorrecta el concepto de fuerza. Otros fallos conceptuales fueron la reducción de la energía de activación o la fuerza de enlace. El aumento de

presión se utilizó también para explicar el aumento de velocidad. Algunos de los mejor preparados, los que habían comprendido más profundamente esta área, incluyeron un gráfico, con $T_2 > T_1$, para justificar su respuesta.

Pregunta 5

Esta pregunta se respondió bien. La mayoría de los alumnos fue capaz de dibujar la estructura del butano. Los alumnos capaces de dibujar y nombrar correctamente la estructura del 2-metilpropano fueron menos. Una significativa minoría perdió puntos por representar estructuras repetidas (generalmente el butano), u omitir todos los átomos de hidrógeno. Los estudiantes deben saber que un palito en una estructura representa un grupo metilo y no se debe percibir como un átomo de hidrógeno. El número de alumnos que cometió este fallo fue menor que en años anteriores, pero sorprendentemente pequeñas minorías continúan con esta práctica incorrecta.

Sección B:

Pregunta 6

Esta y la pregunta 7 fueron las dos más populares de la Sección B. Muchos obtuvieron puntuación alta en esta pregunta.

- (a) La mayoría de los alumnos escribió las fórmulas correctas. Una minoría usó incorrectamente los símbolos dados y trató de formular compuestos como el CO_2 etc.
- (b) Las respuestas obtenidas fueron buenas, prácticamente todos los estudiantes fueron capaces de determinar todas las partículas sub-atómicas del ion ${}^{15}_7\text{N}^{3-}$
- (c) Los alumnos no parecieron tener problemas para escribir la estructura de Lewis del SiCl_4 , aunque algunos olvidaron escribir los pares no enlazantes sobre los cuatro átomos de cloro. Sin embargo, sin lugar a dudas, el aspecto más difícil de toda la prueba fue la comprensión de la TRPEV. Aunque este apartado de la P6 sólo valía tres puntos, prácticamente ninguno obtuvo los tres y un número alarmante intentó explicar la teoría sin obtener ningún punto. Los fallos conceptuales y errores fueron generalizados. Muchos hablaron sobre repulsión entre los enlaces o átomos, otros omitieron mencionar el número de pares electrónicos sobre el átomo central y algunos trataron de responder la pregunta eligiendo una sola geometría (como plana trigonal) y continuaron como si ambas moléculas fueran ejemplo de la misma geometría! Sorprendentemente entonces, los mejores alumnos fueron capaces de determinar la geometría molecular del SCl_2 y el C_2Cl_2 como en forma de V y lineal respectivamente. Quizás, sea preciso tratar de forma más rigurosa la TRPEV en todo el programa. Algunos aún no aprecian la diferencia entre la geometría del campo electrónico y la geometría molecular. Asimismo, nos preguntamos si los estudiantes comprenden realmente por qué, en la estructura de Lewis de un sistema de enlaces múltiples, sólo se consideran los enlaces sigma sobre el átomo central. Esto se puede explicar y comprender fácilmente a nivel básico y, de este modo, se eliminaría la confusión que se percibe en esta área. Además, algunos explicaron la estructura del SCl_2 como lineal curva. A pesar de que los alumnos comprendieron la geometría molecular involucrada en este apartado (y obtuvieron los puntos correspondientes), en clase sólo se debe usar el término curva.
- (d) En el apartado (ii), la mayoría pareció comprender la idea de geometría molecular. El error más común fue confundir los conceptos de polaridad de enlace y polaridad molecular. Si los estudiantes tuvieran una buena apreciación tridimensional de las geometrías que dedujeron previamente para el SCl_2 y el C_2Cl_2 , entonces, la deducción de la polaridad molecular sería relativamente fácil *i.e.* en cada caso, la polaridad molecular se determina vectorialmente sumando los dipolos de los enlaces, obteniendo momento dipolar cero o distinto de cero. Existen recursos didácticos variados para ayudar a los

alumnos en este aspecto, como modelos sencillos (usando palitos de cerillas o globos), gráficos moleculares, o aún usando el símil de la cuerda tirando – se deberían explorar todas las posibilidades, estudiar cuidadosamente las moléculas seleccionadas en el programa y determinar la polaridad molecular. Si los estudiantes hubieran estado mejor preparados en la TRPEV y la polaridad, esta sección de la pregunta 6 podía haber sido la oportunidad de obtener 9-12 puntos fácilmente.

Pregunta 7

Esta pregunta fue muy popular. Un número significativo de alumnos, entre los que se obtuvieron muchas puntuaciones altas, la contestaron correctamente.

- (a) En el apartado (a) (i), una amplia mayoría de alumnos fue capaz de indicar las tendencias de los radios atómicos y energías de ionización para los metales del grupo I y el periodo II. Sin embargo, esto no sorprende porque sencillamente fue cuestión de usar el cuadernillo de datos. El problema real se presentó cuando los estudiantes intentaron explicar las razones que justifican tales tendencias. Algunos obtuvieron puntuación parcial aquí, en realidad, la gran mayoría no obtuvo la puntuación total, debido a que muchos no comprendieron las razones en profundidad. Un ejemplo típico de esta comprensión parcial incluyó a los que no indicaron que en el caso del aumento del radio atómico al descender a lo largo del grupo 1, todos los niveles energéticos están ocupados. Asimismo, los términos como núcleo más grande no se asociaron con el aumento de carga nuclear. A pesar de ser una prueba de nivel medio, los alumnos realmente bien preparados hablaron sobre conceptos tales como aumento del efecto pantalla, que demuestra un conocimiento químico más profundo.
- (b) La mayoría no tuvo problemas para enumerar tres semejanzas y una diferencia entre la reacción del litio y el potasio con agua. Algunos no leyeron la pregunta correctamente e intentaron describir las semejanzas respecto de la estructura atómica del Li y el K. En el apartado (ii), las reacciones se sabían bien, aunque con frecuencia estaban escritas de forma incorrecta. Un número significativo de alumnos citó H^+ como producto en lugar de H_2 . Unos pocos indicaron que el pH sería ácido o levemente superior a 7, pero no igual o mayor que 11. Los estudiantes también perdieron puntos por no indicar que el LiOH o el KOH son bases fuertes. Sorprendentemente algunos escribieron la reacción del Na en lugar de la del K! Otro error frecuente fue escribir óxidos metálicos como productos, en lugar de los correspondientes hidróxidos metálicos.
- (c) Las respuestas a este apartado fueron satisfactorias. La gran mayoría conocía el carácter anfótero del aluminio, el carácter básico del óxido de sodio y el ácido del óxido de azufre.
- (d) Los alumnos menos preparados presentaron problemas con las ecuaciones y con frecuencia tuvieron dificultades para escribir la fórmula correcta del óxido de sodio. Se apreció además una tendencia a citar productos incorrectos o productos secundarios adicionales en las ecuaciones como el H_2 y el H_2SO_4 .

Pregunta 8

Fue la menos popular de las preguntas opcionales de la sección B, pero fue interesante ver que con frecuencia la eligieron los alumnos más preparados, y consecuentemente puntuaron alto. Los que respondieron esta pregunta demostraron un nivel general de comprensión de la química orgánica muy satisfactorio.

- (a) La nomenclatura y las fórmulas estructurales se respondieron bien, aunque algunos se confundieron al nombrar los dos ésteres posibles.
- (b) Muchos mencionaron la idea del enlace de hidrógeno cuando trataron de explicar la solubilidad del ácido propanoico en agua. Sin embargo, un número importante no indicó que el ácido propanoico forma explícitamente enlaces de hidrógeno con el agua. Algunos trataron de explicar la acidez haciendo referencia a una reacción química. En el apartado

(b) (ii), la mayoría fue capaz de escribir acertadamente la reacción del ácido propanoico con hidróxido de sodio para dar propanoato de sodio y agua. Sin embargo, en el apartado (iii), muchos indicaron que los dos ésteres no reaccionan con bromo debido al carácter insaturado de los compuestos. Esto no se consideró suficiente, puesto que el aspecto crítico involucrado aquí es que no existen enlaces C=C en ninguna de las dos especies. La mayoría de los alumnos también fue capaz de indicar por qué el punto de ebullición del ácido propanoico es el mayor de los tres compuestos, mencionando la existencia de uniones intermoleculares de hidrógeno en el ácido. Algunos de los mejores alumnos dibujaron la red de enlaces de hidrógeno y no confundieron el enlace covalente polar O-H con la fuerza intermolecular, hecho que demostró una buena comprensión de esta área. Además, casi todos fueron capaces de identificar dos de los componentes como ésteres y la mayoría demostró un muy buen conocimiento de la esterificación.

(e) Algunos, que usaron el término bromación en vez de adición para nombrar el tipo de reacción, perdieron puntos. Otro error común fue indicar que la solución cambiaba de color en lugar de decir que perdía el color, al tratar de explicar qué observación se realiza durante la adición de bromo.

Asistencia y orientación para futuros alumnos

La recomendación principal para los profesores es que deberían poner énfasis en los conceptos químicos troncales del programa del NM. Se encontró que las siguientes áreas fueron particularmente deficientes en la presente sesión de la P2 del NM:

- Estructura general y enlace.
- Explicación de las tendencias en las propiedades físicas, como radio atómico y energía de ionización.
- Teoría de las colisiones.
- Observaciones experimentales.
- Cálculos basados en la variación entálpica.
- Cálculos que implican la determinación de la masa molecular.

Con respecto a la estructura y enlace, muchos de estos aspectos se han explicitado en el informe sobre las preguntas individuales. Sin embargo, se recomienda firmemente a los profesores que enfatizen los siguientes subtemas:

- (a) Principios que fundamentan la teoría de la RPEV.
- (b) Diferencia entre las geometrías de campo electrónico y molecular.
- (c) Diferencia entre polaridad de enlace y polaridad molecular.

Para la mayoría de los subtemas mencionados existe una variedad de técnicas de enseñanza distintas que dependen de los recursos disponibles en los colegios. Sin embargo, algo tan sencillo como los modelos construidos por los estudiantes (palitos de cerilla, globos), los modelos químicos 3D disponibles comercialmente y los programas de gráficos moleculares, podrían ayudar a la comprensión de la forma tridimensional. Además, los profesores podrían revisar la forma de enseñar polaridad molecular. En este aspecto, es preciso poner énfasis en la determinación del momento dipolar resultante a partir de la suma vectorial de los dipolos de enlace individuales. En muchos exámenes, los estudiantes indicaron que el SCl_2 era polar, debido al hecho de que no era simétrico. A pesar de que se comprende claramente qué está tratando de decir el alumno, este tipo de expresión puede ser ambigua a un nivel más profundo (por ejemplo SCl_2 es simétrico, en esta expresión significa que implica un eje rotacional C_2).

Prueba 3 del nivel medio

Bandas de calificación del componente

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-6	7-12	13-17	18-21	22-26	27-30	31-40

Comentarios generales

El rango de notas obtenido fue muy amplio; los alumnos mejor preparados demostraron un manejo amplio del material y un elevado grado de preparación, pero muchos alumnos parecieron no estar familiarizados con las opciones elegidas y por eso puntuaron bajo. Casi ninguno intentó responder más de dos opciones.

Las opiniones de los profesores sobre esta prueba se recogieron por medio de los 136 impresos G2 recibidos. En comparación con la prueba del año pasado, tres cuartos opinó que el nivel de la prueba de este año fue similar, de los restantes, la cantidad de los que la consideraron un poco más fácil superó levemente a los que la consideraron un poco más difícil. Casi todos los que respondieron opinaron que el nivel de dificultad fue adecuado. Casi la mitad consideró que la cobertura del programa fue buena y la mayoría del resto la consideró buena. Cerca de la mitad consideró que la claridad de expresión fue buena y el resto la consideró satisfactoria. Dos tercios opinaron que la presentación de la prueba fue buena y el resto la consideró satisfactoria.

Dificultades para los alumnos

Muchos de los que eligieron la Opción A no obtuvieron buena puntuación, presentando dificultades para recordar el significado de términos y proporcionar explicaciones adecuadas: el uso de las flechas curvas en los mecanismos de las reacciones aún causa problemas. En la Opción D, aún se apreciaron respuestas en estilo periodístico y bastante confusión entre el efecto invernalero y aspectos relacionados con la capa de ozono. Relativamente pocos alumnos intentaron resolver la Opción E. Algunos apartados de la Opción F resultaron problemáticos, siendo el F3 (a) (i) la pregunta con menos aciertos.

Conocimiento, comprensión y habilidades demostradas.

Este año, nuevamente hubo escritos excelentes provenientes de algunos colegios, principalmente en aquellos en los que todos los alumnos respondieron las mismas dos opciones. Es evidente que, por el beneficio de los estudiantes, los profesores deberían cubrir dos opciones con profundidad en lugar de permitir que los estudiantes preparen una variedad de opciones por sí mismos.

Aspectos destacables y dificultosos en las preguntas individuales.

Opción A – Ampliación de química física y orgánica

Pregunta A1

- (a) La mayoría de los alumnos obtuvo los dos puntos adjudicados a las estructuras de los compuestos orgánicos de partida y los productos, pero muy pocos obtuvieron los otros dos puntos – las flechas curvas con frecuencia se ubicaron descuidadamente, y el estado de transición con frecuencia contenía dos o más cargas en lugar de la carga negativa total resultante requerida.

- (b) La mayoría se dio cuenta de que la velocidad de reacción aumentaría, pero realmente pocos indicaron que se duplicaría.

Pregunta A2

Muchos obtuvieron ambos puntos aquí, aunque en algunas respuestas se hizo referencia a la diferencia de reactividad entre el cloro y el bromo y, como era de esperar, escribieron que la reacción del 1-clorobutano sería más rápida porque el cloro era más reactivo que el bromo.

Pregunta A3

- (a) Con frecuencia correcto, aunque algunos no incluyeron los enlaces responsables, o bien seleccionaron el rango de longitud de onda para los ácidos en vez de los alcoholes.
- (b) En este apartado hubo buenos intentos, un error frecuente fue suponer que los protones de ambos grupos estaban en el mismo ambiente químico.
- (c) También hubo buenos intentos, aunque algunas respuestas no fueron suficientemente precisas como para obtener la puntuación total. Por ejemplo, no es suficiente indicar que mediante la espectroscopía infrarroja se identifican los tipos de enlaces presentes, sin indicar además que en el 1-propanol y en el 2-propanol los enlaces son los mismos.

Pregunta A4

- (a) La mayoría escribió correctamente los reactivos y los productos, pero sorprendentemente, no ajustó bien la ecuación.
- (b) El término *complejo activado* se describió de forma inadecuada y algunos mencionaron la energía de activación.
- (c) Generalmente se apreciaron buenos intentos, aunque en algunas respuestas al apartado (c)(ii) explicaron el significado del término *molecularidad* sin indicar su valor en este ejemplo.

Opción B – Medicinas y drogas

Pregunta B1

- (a) A pesar de que la mayoría de los alumnos se dieron cuenta de que implicaba la neutralización de un ácido, muchos no mencionaron que el ácido está en el estómago.
- (b) Las ecuaciones requeridas con frecuencia fueron correctas, aunque no siempre se indicó cuál de los dos hidróxidos sería más efectivo. Algunos escribieron que el hidróxido de magnesio sería más efectivo porque era una base más fuerte que el hidróxido de aluminio.

Pregunta B2

La mayoría de los alumnos intentó responder todos los apartados de esta pregunta, con diferentes grados de acierto. El problema general de muchos fue el uso de lenguaje demasiado coloquial o periodístico – las afirmaciones “mata el dolor” o “es malo para el hígado” no merecen puntuación.

Pregunta B3

- (a) Un error común fue indicar que los antibióticos de amplio espectro eran efectivos contra más bacterias, en vez de contra una variedad mayor de bacterias.
- (b) Hubo muchas buenas respuestas. La mayoría mencionó que evitan la formación de la pared celular, aunque algunos de los que mencionaron desarrollo de la resistencia a los antibióticos, sugirieron que se producía en los seres humanos en lugar de en las bacterias.

- (c) Este apartado no se respondió bien. En pocas ocasiones se mencionó el aumento de la resistencia a la enzima penicilinasa.
- (d) Los mejores alumnos lo hicieron bien, aunque se observó una tendencia a describir bacterias útiles con terminología periodística como ser “buenas” y “amistosas”.

Opción C – Bioquímica humana

Pregunta C1

- (a) La mayoría de los alumnos hicieron referencia a los dobles enlaces, pero con frecuencia no a aquellos entre los átomos de carbono.
- (b) En esta pregunta se presentaron algunos problemas, incluyendo la mención del enlace de hidrógeno y la ruptura de enlaces covalentes.
- (c) Algunos demostraron estar bien entrenados en la resolución de cálculos termoquímicos y obtuvieron puntuación completa, mientras que otros puntuaron poco o nada. Los errores más comunes fueron sumar 273 a la variación de temperatura, usar 5 ó 1005 en lugar de 1000 como masa de agua y calcular la variación de calor experimental sin continuar hasta la variación entálpica molar.
- (d) Este apartado se resolvió bien.

Pregunta C2

- (a) Se produjeron algunos errores en las respuestas a esta pregunta directa. Con frecuencia se indicó que la vitamina C era soluble en agua pero la vitamina D no lo era y que en la vitamina C se producía enlace de hidrógeno, que no se producía en la vitamina D, sin indicar claramente que la vitamina D era soluble en grasas ni identificar las fuerzas intermoleculares presentes en la vitamina D. Se explicó que la vitamina C tiene grupos/enlaces OH, pero no se indicó que tiene más que la vitamina D.

Pregunta C3

La mayoría de los alumnos obtuvieron por lo menos 1 punto aquí, pero la utilización de lenguaje descuidado les costó muchos puntos. Por ejemplo, se aceptó el hecho de que se puedan añadir sustancias anticancerígenas a los alimentos GM, pero no se aceptó que “curen el cáncer”. Otros no diferenciaron entre cosechas y alimentos, con lo que se produjeron confusiones como ser “duran más tiempo en la alacena porque no son atacadas por los insectos”.

Opción D – Química ambiental

Pregunta D1

- (a) La mayoría de los alumnos identificaron correctamente dos gases de invernadero.
- (b) Las explicaciones fueron insatisfactorias, llenas de términos periodísticos inaceptables. La radiación no se refleja o rebota, sino que se absorbe y re-irradia. Sólo ocasionalmente se mencionaron las moléculas de gas y especialmente los enlaces presentes en ellas.
- (c) Las respuestas fueron variables, pero algunos mencionaron que las partículas absorben la energía irradiada por la superficie de la tierra y de esa forma contribuyen al calentamiento global.

Pregunta D2

- (a) Muchos pasaron por alto la palabra “natural” en el enunciado de la pregunta y escribieron ecuaciones que involucraban varios contaminantes.
- (b) La mayoría identificó a los CFCs y una fuente adecuada.

- (c) Resultó agradable ver que muchos alumnos de percataron de que los fluorocarbonos no liberan radicales, aunque el error más común fue indicar que eran “inflamables”, sin mencionar los hidrofluorocarbonos (los fluorocarbonos no son inflamables)

Pregunta D3

- (a) La mayoría de los alumnos pareció estar familiarizada con el tratamiento de las aguas residuales, aunque se apreciaron algunos errores; el más común fue omitir el uso de bacterias y oxígeno en el tratamiento secundario, o indicar que se eliminaban las bacterias.
- (b) En este apartado prevalecieron los errores, por ejemplo la eliminación de metales (sin aclarar “pesados”) o la mención de la eliminación del aluminio. Hubo cierta confusión sobre lo que añadía y lo que se eliminaba (por ejemplo, añadir iones fosfato para eliminar iones aluminio). Con frecuencia apareció “nitrógeno” y “óxidos de nitrógeno” en lugar de “nitratos”.

Opción E – Industrias químicas

Pregunta E1

Las respuestas fueron generalmente pobres, muchos no demostraron con claridad que sabían la estructura del polipropeno; algunos de los que eligieron dibujar un diagrama, indicaron que la unidad que se repite es $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2)-$. A veces se mencionaron propiedades contradictorias (como duro y flexible) y con frecuencia se ignoró el empaquetamiento molecular.

Pregunta E2

- (a) El uso de plastificantes no se conocía bien.
- (b) La mayoría pudo indicar una desventaja común, pero ninguna específica del PVC.

Pregunta E3

- (b) Algunos no se refirieron a los metales dados y otros basaron sus respuestas en la presencia de impurezas en lugar de la diferencia de reactividad.

Pregunta E4

Las respuestas acertadas a esta pregunta fueron escasas.

- (a) Muchos alumnos indicaron que la impureza principal en el mineral de hierro era el carbono.
- (b) Con frecuencia las ecuaciones ion-electrónicas que representan la electrólisis del aluminio eran incorrectas (escritas al revés, los electrones en el lado opuesto, sin ajustar, Al^{2+} en lugar de Al^{3+}).
- (c) Un error común fue indicar que la criolita bajaría el punto de fusión del aluminio.

Opción F – Combustibles y energía

Pregunta F1

La mayoría de los alumnos respondieron bien esta pregunta.

Pregunta F2

- (a) Las respuestas a este apartado fueron pobres, pocas se referían a los combustibles.

- (b) El error más común fue escribir el mismo punto dos veces (e.g. la combustión directa causa mucha contaminación, entonces cuando el etanol arde causa poca contaminación). En una respuesta se acepta el precio, pero sólo si está cualificado (i.e. el coste del mantenimiento de las células fotoeléctricas es bajo pero el de su producción es elevado si tenemos en cuenta su rendimiento energético). Tampoco es verdadero el hecho de que no funcionan cuando el tiempo está nublado.

Pregunta F3

- (a) La mayoría respondió a esta pregunta de forma mediocre. Muy pocos identificaron ambos electrodos, ni siquiera el de plomo y la mayoría de las ecuaciones no eran relevantes. Con frecuencia se indicó que en el electrodo negativo se producía la reducción.
- (b) Esta pregunta se respondió mejor.

Asistencia y orientación para futuros alumnos

Además de los comentarios habituales sobre leer las preguntas cuidadosamente, prestar atención a la adjudicación de puntos y los verbos de acción utilizados en el enunciado de las preguntas, se recomienda a los alumnos que tengan en cuenta los siguientes puntos en esta prueba:

- considerar que para la mayoría de las sustancias que contienen enlaces covalentes, la fusión y la ebullición implican la ruptura de fuerzas intermoleculares y no enlaces covalentes
- practicar la resolución de cálculos de forma lógica, incluir alguna explicación para indicar el proceso seguido
- evitar el uso de lenguaje periodístico (especialmente en la opción D) y utilizar términos científicos correctos (como absorción de la radiación y emisión y re-irradiación de la misma, en vez de reflejada o rebotada)
- practicar el dibujo de las estructuras de los polímeros con cadenas laterales (formados por monómeros como el propeno y el cloroeteno).

Todos los alumnos que hayan estudiado más de las dos opciones requeridas para el examen, deberían concentrarse en dos a medida que se acerca el examen.

Prueba 1 del Nivel Superior

Bandas de calificación del componente

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-10	11-17	18-25	26-28	29-31	32-34	35-40

Comentarios generales

Esta prueba constó de 40 preguntas sobre los contenidos del tronco común y los temas adicionales para el nivel superior (TANS) y se realizó sin calculadora ni cuadernillo de datos. Para cada pregunta se propusieron cuatro respuestas posibles, asignándose puntuación por cada respuesta correcta sin efectuar deducción por las respuestas incorrectas. A pesar de que no se penalizaron las respuestas incorrectas, en casi todas las preguntas hubo dos o más alumnos que no contestaron y más de 40 alumnos omitieron respuestas.

Los profesores expresaron sus impresiones sobre esta prueba en los 151 impresos G2 recibidos. En comparación con la prueba del año pasado, el 65% de los que respondieron consideró que el nivel fue similar y el resto se repartió casi equitativamente entre los que opinaron que fue un poco más fácil (15%) y los que lo consideraron un poco más difícil (18%). El 94% señaló que el nivel de dificultad fue adecuado y el resto de las opiniones se repartieron equitativamente entre los que opinaron que fue demasiado fácil y los que opinaron que fue demasiado difícil. Casi el 90% de los que respondieron juzgaron que la cobertura del programa, la claridad de expresión y la presentación fueron satisfactorias o buenas. Se recibieron comentarios específicos sobre 18 de las 40 preguntas y unas pocas merecieron críticas de múltiples profesores. A continuación se comentarán las preguntas específicas que resultaron especialmente difíciles para los alumnos.

Aspectos destacables y dificultosos en las preguntas individuales

El índice de dificultad (porcentaje de alumnos que responden cada pregunta correctamente) osciló entre el 93 y el 35%. El índice de discriminación (que señala en qué medida cada pregunta diferenció entre los alumnos de alta puntuación y los de baja puntuación) osciló entre 0,46 y 0.

Se recibieron los siguientes comentarios sobre las preguntas cuyo índice de dificultad fue menor de 46%. Estas son la 19 (35%), la 27 (37%) y la 31 (45%).

Pregunta 19

En esta pregunta, que también se utilizó en la P1 del NM, se pidió qué mediciones serían necesarias para determinar la velocidad de la reacción entre el $\text{CaCO}_3(\text{s})$ y el $\text{HCl}(\text{aq})$. Se presentó a los alumnos tres métodos alternativos (masa del recipiente y el contenido, pH de la mezcla y volumen de dióxido de carbono) y se pidió que eligieran entre las tres combinaciones de dos y una o las tres. Fue la pregunta más difícil de la prueba en ambos niveles, aunque en el NS el desempeño fue mejor que en el NM.

Pregunta 27

En esta pregunta se pidió a los alumnos que identificaran la solución (de HCl , NaCl , MgCl_2 y AlCl_3) que presentara mayor pH. La respuesta correcta, NaCl , es la sustancia que contiene el catión de menor densidad de carga y, por lo tanto, el que con menor probabilidad sufre hidrólisis (E.E. 18.4.1). La pregunta tuvo un índice de discriminación intermedio ($d = 0,29$).

Pregunta 31

Esta pregunta fue una práctica de ajuste de la ecuación de oxidación-reducción; $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$. Presentó el mayor índice de discriminación de la prueba (0,46), hecho que indica que los alumnos más capaces se desempeñaron significativamente mejor que los menos capaces. En la segunda respuesta más popular (después de la respuesta correcta) se colocaron los electrones en el lado izquierdo de la ecuación, que se podía haber eliminado basándose en la consideración de los números de oxidación. A pesar de que hay varios métodos para ajustar las ecuaciones redox, el menos confuso es el método del ion electrón (ajuste de los átomos de las especies que se oxidan, el oxígeno y el hidrógeno en dicho orden usando electrones para ajustar la carga). Se alienta a los profesores a promover la práctica de esta habilidad.

Prueba 2 del Nivel Superior

Bandas de calificación del componente

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 – 13	14 – 27	28 – 40	41 – 49	50 – 59	60 – 68	69 – 87

Comentarios generales

Esta prueba indicó que los alumnos poseían un rango de capacidades amplio. Algunos se tuvieron que esforzarse para resolver los conceptos más básicos, mientras que otros demostraron excelentes profundidad y comprensión del curso de nivel superior. Este hecho condujo a una amplia variedad de respuestas que oscilaron entre la puntuación máxima hasta el cero. En general, la expresión de las respuestas fue inadecuada y con frecuencia las explicaciones fueron imprecisas y repetitivas. Hubo colegios en los que los alumnos parecieron no estar familiarizados con la mayoría del material y dejaron muchos espacios de la prueba en blanco. Los alumnos deberían prestar atención especial al número de puntos asignados a cada pregunta y escribir sus respuestas de acuerdo con ello. Se deben mostrar claramente los cálculos y se debe controlar la exactitud, las cifras significativas y las unidades en el caso que corresponda.

Los profesores expresaron sus impresiones sobre esta prueba en los 29 impresos G2 recibidos. En comparación con la prueba del año pasado, tres cuartos pensó que el nivel fue similar, de los restantes, los que lo consideraron algo más difícil superó levemente a los que lo consideraron un poco más fácil. Casi todos los que respondieron opinaron que el nivel de dificultad fue apropiado. Más de la mitad consideró que la claridad de expresión fue buena y el resto la consideró satisfactoria. Más de dos tercios opinaron que la presentación de la prueba fue buena y el resto opinó que fue satisfactoria.

Áreas del programa y el examen difíciles para los alumnos

- Teoría de la RPEV
- Color de los compuestos de los elementos de transición.
- Explicación de las propiedades físicas en términos de enlace y estructura.
- Escritura de reacciones ácido-base, especialmente reacciones ácido-base de Lewis.
- Cifras significativas.
- Nombrar correctamente compuestos orgánicos.
- Formación de enlaces σ y π .
- Polimerización por adición.
- pH de una solución buffer.
- Escritura de ecuaciones químicas correctas

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

- Explicación de la espontaneidad basada en un valor de ΔG^0
- Cálculo de los valores de ΔH_f^0 y ΔG^0

- Escritura de expresiones de velocidad
- Escritura de fórmulas estructurales de isómeros
- Teoría cinético molecular
- Ecuación de los gases ideales
- Dibujo de las estructuras de Lewis
- Cálculo de la fórmula empírica y molecular
- Oxidación de alcoholes primarios

Aspectos destacables y dificultosos en las preguntas individuales

Sección A

Pregunta 1

- (a) La mayoría manejó la ecuación aunque algunos pasaron por alto el átomo de oxígeno del fenol y unos pocos no usaron la relación de números enteros más sencilla.
- (b) Para algunos, este apartado constituyó un reto. Los errores más comunes fueron omitir el signo negativo y no usar los coeficientes de la ecuación.
- (c) Los alumnos manejaron este cálculo, pero algunos no convirtieron las unidades de J a kJ. Un grupo numeroso usó el método correcto y obtuvo los dos puntos, pero algunos perdieron ambos puntos por la penalización debida a las unidades y a las cifras significativas.
- (d) Este apartado se resolvió bien aunque algunos demostraron dudas respecto de si la no espontaneidad de la reacción se vería más acentuada.

Pregunta 2

- (a) En general, este apartado fue correcto, aunque una minoría a pesar de usar la relación (C_7H_{14}), no fue capaz de escribir la fórmula empírica.
- (b) Aquellos que usaron el volumen molar de un gas en CNPT, generalmente no tuvieron problemas para calcular la masa molar del hidrocarburo, pero aquellos que usaron $PV=nRT$, con frecuencia tuvieron problemas con las unidades, en especial si usaban R en J/K.mol. Algunos que intentaron escribir estructuras en el apartado (b)(ii), confundieron las fórmulas moleculares con las estructurales.
- (c) La mayoría tuvo éxito en este apartado pero hubo una minoría que se refirió al dióxido de carbono, aún cuando en el enunciado de la pregunta la palabra *incompleta* se destacaba en negrita. Los alumnos menos preparados tendieron a repetir la pregunta y respondieron escribiendo que los productos obtenidos por combustión incompleta eran “dañinos para los seres humanos”.

Pregunta 3

- (a) Muchos demostraron buen conocimiento de la teoría cinético-molecular. Sin embargo, con frecuencia omitieron que las moléculas/partículas están en constante/rápido/movimiento aleatorio.
- (b) Algunos no mencionaron la variación de tiempo para la detección, aún cuando reconocieron que la energía cinética de las partículas aumentaría. Algunos mencionaron un aumento de energía, sin especificar que se trataba de la energía cinética o la velocidad de las partículas y alguno escribió que aumentaría la velocidad de la reacción.

Pregunta 4

- (a) En este apartado las respuestas fueron generalmente correctas, aunque una minoría significativa escribió una reacción de segundo orden, sin duda influidos por el coeficiente de la ecuación estequiométrica. Algunos escribieron una expresión de la ley de equilibrio.
- (b) La definición de periodo de semirreacción en general se supo bien, pero algunos se refirieron a la disminución de la cantidad de producto.
- (c) Algunos pensaron que el periodo de semirreacción era proporcional a la concentración.
- (d) Este apartado estaba fuera del programa y se eliminó.

Pregunta 5

- (a) Las estructuras, los nombres y la clasificación de los isómeros del C_4H_9Cl se resolvieron generalmente de forma correcta. Sin embargo, los errores más comunes fueron dibujar algún isómero dos veces, omitir átomos de hidrógeno, errores de puntuación, por ejemplo, uso de comas en lugar de guiones, numerar incorrectamente los grupos metilo y/o cloro, no ordenar alfabéticamente los grupos y clasificar algunos isómeros incorrectamente. Algunos alumnos dibujaron estructuras correctas pero no las nombraron y/o clasificaron. (El esquema de puntuación se ajustó para permitir el isómero óptico, pero sólo lo mencionaron en escasas ocasiones)
- (b) Algunos alumnos mencionaron una sal como producto de la sustitución electrófila de un cloroalcano con hidróxido de sodio.
- (c) El isómero primario se mencionó tan frecuentemente como el terciario, pero en general sabían bien el significado de S_N1 . En el apartado (ii), algunos escribieron una ecuación que representaba la reacción total, en lugar de escribir la de la etapa determinante de la velocidad de la reacción y algunos escribieron incorrectamente la expresión de velocidad. Muchos incluyeron el ion hidróxido demostrando falta de comprensión en esta área.

Sección B

Pregunta 6

- (a) Pocos fueron capaces de escribir la ecuación que representa la reacción entre el amoníaco y el ácido sulfúrico. El cálculo siguiente de la concentración de la solución de amoníaco se realizó generalmente bien, aunque con la consideración del error por arrastre.
- (b) Los alumnos que se dieron cuenta de que se trataba de una reacción ácido fuerte/base débil escogieron el rojo de fenol como el indicador adecuado para un punto de equivalencia cercano a $pH = 7$.
- (c) Pocos notaron la discrepancia entre los valores de pK_b de la pregunta de la prueba y del cuadernillo de datos, aunque pocos obtuvieron la puntuación completa. En la mayoría de los casos, los cálculos se realizaron de forma bastante descuidada. Algunos errores se originaron por despejar incorrectamente la expresión de K_b , sustituir valores incorrectos y calcular de pH en vez de pOH . Sólo los mejor preparados fueron capaces de calcular el pOH .
- (d) Los alumnos demostraron generalmente buena comprensión de la solución buffer así como también de la composición de una solución buffer ácida. Sin embargo, muchos presentaron dificultades para calcular el pH de una solución buffer. Algunos calcularon el número de moles de ácido y base, pero no se percataron de la consecuencia del exceso de base. Algunos indicaron que la concentración de amoníaco era igual a la de iones amonio. Otros intentaron calcular el pH basándose directamente en la concentración de HCl dada

(ignorando que todo el ácido reaccionaría con el amoníaco). También fue frecuente intentar usar K_a en lugar de K_b .

- (e) La mayoría de los alumnos fue capaz de explicar el significado de cada término, exceptuando el ácido de Lewis, pero a muchos les fue difícil escribir ecuaciones adecuadas con el agua. Por ejemplo, algunos indicaron que el amoníaco reacciona con el agua como ácido de Bronsted-Lowry. Se indicó que los iones cobre reaccionan con los iones óxido como ácido de Lewis. Con frecuencia se escribieron ecuaciones en las que no aparecían las especies dadas y se advirtieron ciertos problemas para identificar los pares ácido-base.

Pregunta 7

- (a) La mayoría de los alumnos escribió fórmulas correctas aunque en ciertos casos, escribieron las cargas separadas de la fórmula de WY – los mejores alumnos escribieron $W^{3+}Y^{3-}$. Algunos no usaron los símbolos dados y trataron de escribir fórmulas de compuestos como CO_2 .
- (b) Este apartado se resolvió de forma desafortunada, muy pocos obtuvieron tres de los puntos disponibles. Los errores más frecuentes fueron no mencionar el átomo central o los pares electrónicos y señalar la existencia de repulsión entre átomos o enlaces en vez de entre pares electrónicos. Sin embargo, muchos mencionaron correctamente que un par electrónico ejerce mayor repulsión que un par enlazante.
- (c) Muchos alumnos fueron capaces de aplicar correctamente la TRPEV a los ejemplos de este apartado. La mayoría de las estructuras de Lewis fueron correctas, a pesar de que con frecuencia los dibujos fueron descuidados y en ocasiones faltaron los pares electrónicos no enlazantes. Aún los que tenían las estructuras de Lewis correctas de partida, cometieron errores en las formas – el PCl_3 con frecuencia apareció como plano triangular, y el PCl_5 con un ángulo de enlace de 72° . En ciertos casos, faltaba la palabra “trigonal” en pirámide trigonal o bipiramidal. Las explicaciones de la polaridad (cuando no faltaron) fueron desafortunadas y en algunos casos utilizaron el término *electronegatividad* en lugar de *polar* o *polaridad*. Sólo los mejor preparados pudieron explicar por qué el $POCl_3$ es además de simétrico, polar.
- (d) Muchos alumnos definieron incorrectamente el término hibridación como la promoción de electrones en vez de la combinación de orbitales atómicos. En el apartado (ii), mientras muchos compararon correctamente los enlaces dobles y simples en términos de longitud y fuerza e indicaron correctamente qué tipo de hibridación presentaba cada átomo de carbono, sólo los alumnos mejor preparados fueron capaces de describir la formación de los enlaces sigma y pi en términos de solapamiento de orbitales.

Pregunta 8

- (a) La tendencia de la energía de ionización a lo largo de un periodo se supo y explicó bien. Sin embargo, en el apartado (ii), algunos no fueron capaces de explicar las dos excepciones (Al y S). Especialmente, los mejor preparados sólo mencionaron la repulsión electrón-electrón en el S. Algunos, mencionaron ambas excepciones pero no las explicaron.
- (b) En este apartado las respuestas fueron insatisfactorias. Los alumnos trataron de explicar las propiedades mencionadas en términos de configuración electrónica en lugar de estructura y enlace. En el apartado (i), a pesar de que algunos reconocieron mayor carga nuclear o deslocalización electrónica en el magnesio, no relacionaron este hecho con la fuerza del enlace metálico. En el apartado (ii), algunos se refirieron al óxido de silicio (IV) en lugar del silicio. En el apartado (iii), muchos indicaron que el mayor punto de ebullición del cloro se debe a la energía necesaria para romper el enlace *covalente* o el enlace *dipolo-dipolo*, que no se presenta en el argón. Hubo muchas referencias a la

reactividad, como ser “el argón tiene menor punto de fusión porque es menos reactivo que el cloro”. Muy pocos mencionaron la importancia de la mayor masa molecular del Cl_2 en las fuerzas de Van der Waals.

- (c) Muchos alumnos no se refirieron al tipo de enlace presente en ambos compuestos. Aún la diferencia de conductividad no fue precisa (“el NaCl es mejor conductor que el SiCl_4 ”), y con frecuencia omitieron el movimiento iónico. Muchos discutieron sobre soluciones acuosas en lugar de estado fundido. En el apartado (ii), en general dieron correctamente el pH del NaCl , pero muy pocos fueron capaces de explicarlo en términos de falta de hidrólisis. Muchos indicaron que el cloruro de sodio es neutro porque forma NaOH y HCl cuando se disuelve en agua. La reacción del SiCl_4 con agua no se sabía bien y numerosos omitieron predecir el valor de pH, indicando un amplio rango o una descripción como “valor bajo” o “valor ácido”.
- (d) Muchos alumnos dieron ambos estados de oxidación que presenta el hierro, pero algunos se refirieron a la pérdida de electrones 3d antes que los 4s. En la explicación de la coloración de los compuestos de los elementos del bloque d, demostraron poca comprensión. Muchos describieron saltos electrónicos entre niveles energéticos en lugar de desdoblamiento de orbitales d. Muchos confundieron esto con los espectros de emisión, mencionando la emisión de color que se produce cuando los electrones vuelven a su estado fundamental, en lugar de absorción (con la consecuente reflexión) de ciertas longitudes de onda de la luz visible.

Pregunta 9

- (a) La definición de la deshidratación con frecuencia de dio como “eliminación de agua” sin hacer referencia a compuesto o molécula. Muchos omitieron la palabra *concentrado* cuando mencionaron el ácido sulfúrico como agente deshidratante.
- (b) Las respuestas a este apartado fueron buenas. Los principales errores fueron omitir el nombre del 1-propanol, falta de átomos de hidrógeno e inclusión de éter en lugar de propeno como producto de la deshidratación.
- (c) Algunos alumnos dieron demasiado pocos picos en el espectro de RMN, por ejemplo indicaron que todos los átomos de H de los grupos CH_2 del 1-propanol eran equivalentes. En el apartado (ii), casi todos dieron los valores correctos de las absorciones IR.
- (d) La adición del bromo al propeno se resolvió bien, aunque algunos no nombraron el producto y otros omitieron los numerales en el nombre del producto. Algunos indicaron que la solución de bromo variaría de color en lugar de decir que se decoloraría. La elección del átomo de carbono quiral se realizó bien, aunque a continuación algunos no indicaron qué *propiedad* confiere un carbono quiral a una molécula – en su lugar describieron un átomo quiral (en términos de cuatro grupos diferentes, etc.)
- (e) La polimerización por adición se supo bien, pero muchos demostraron dificultades para dibujar el polímero de adición. La estructura incorrecta más frecuente fue el polieteno.
- (f) La oxidación de los alcoholes también se resolvió bien, en cuanto a los productos y las condiciones necesarias. El error principal fue omitir el término *acidificado* al mencionar un agente oxidante como el dicromato de potasio. En ocasiones, faltó indicar las condiciones específicas.

Asistencia y orientación para futuros alumnos.

Se recomienda a los profesores que tengan presente los siguientes puntos

- Se recomienda que los profesores se refieran a pruebas de exámenes pasados y a sus esquemas de puntuación para ayudar a los alumnos a pasar su examen.

- Los alumnos deben saber el significado de los diferentes verbos de acción que aparecen en los enunciados de evaluación y en las pruebas de examen.
- Los alumnos deben leer cuidadosamente la pregunta y tener en cuenta la puntuación adjudicada. Se deben mostrar claramente los cálculos para tener oportunidad de obtener la máxima puntuación posible cuando se considera el EPA (error por arrastre).
- Los alumnos deben asegurarse de cubrir el número suficiente de los diferentes puntos para obtener todo el rango de puntuación asignada a la pregunta.

Prueba 3 del nivel superior

Bandas de calificación del componente

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0-7	8-15	16-22	23-27	28-33	34-38	39-50

Comentarios generales

Como en años anteriores, los estudiantes tendieron a puntuar aproximadamente igual en las dos opciones que respondieron. Este hecho sugiere que hubo buena paridad entre las diferentes opciones.

Áreas del programa que resultaron difíciles para los alumnos

Hay cierta evidencia de que los estudiantes no están cubriendo de forma detallada cada opción completamente. Por ejemplo, las preguntas sobre la batería de plomo en la opción F no se respondió bien y los problemas asociados con metales pesados específicos de la opción D, no se supo bien. No hay evidencia de que los alumnos que respondieron preguntas en las que se requiere memoria, lo hicieran mejor que aquellos que responden preguntas que requieren mayor interpretación. De esta forma, en las opciones que aparentemente parecen más fáciles, como la opción B – Medicinas y drogas, no se obtuvieron mejores puntuaciones que en la opción G – Química analítica moderna. A pesar de las recomendaciones de todos los años, algunos alumnos aún pierden puntos por escribir respuestas demasiado superficiales o sin contenido químico. Por ejemplo, muchos aún dicen que la Tierra refleja la radiación incidente del sol y no mencionan que es la vibración de los enlaces dentro de las moléculas de gases de invernadero la que hace que retengan la radiación de mayor longitud emitida desde la Tierra. Algunos aún tienen dificultades para explicar que para la mayor parte de las sustancias que contienen enlaces covalentes, la fusión y la ebullición implican la rotura de fuerzas intermoleculares no de enlaces covalentes.

Niveles de conocimiento, comprensión y habilidades demostradas

Los alumnos mejor preparados demostraron buen conocimiento fáctico y buena comprensión para responder a las preguntas del tipo del objetivo 3. Este año, los alumnos que intentaron realizar los cálculos sobre entalpía de combustión (opción C), periodo de semirreacción (opción F) y la interpretación de espectros (opción G) lo hicieron generalmente bien. La prueba discriminó bien entre los alumnos. Los mejores dieron algunas respuestas excelentes, demostrando que estaban bien preparados. Los alumnos provenientes de centros en los que se optó por diferentes combinaciones de opciones tendieron a mostrar menor conocimiento comparado con aquellos en los que la mayoría eligió las mismas dos opciones. Es evidente que, por el interés de los estudiantes, conviene que los profesores impartan dos opciones con profundidad en vez de permitir que sus alumnos estudien una variedad de opciones por sí mismos.

Aspectos destacables y dificultosos en las preguntas individuales

Opción B – Medicinas y drogas

Esta opción se resolvió generalmente bien, aunque algunos todavía responden de una forma más general que la que se requiere para obtener la puntuación total.

Pregunta B1

- (a) Muchos alumnos sabían que los analgésicos moderados previenen la transmisión del dolor en el lugar del dolor, pero menos fueron capaces de explicar que lo hacen interfiriendo con la producción de sustancias como prostaglandinas, que causan el dolor. Asimismo, en la segunda mitad de B1(a), muchos no indicaron que los analgésicos fuertes previenen la transmisión de los impulsos nerviosos.
- (b) Las preguntas sobre la aspirina se respondieron bien, con excepción de la que se refería al efecto sinérgico con el etanol.

Pregunta B2

Esta pregunta sobre penicilinas también diferenció bien entre aquellos alumnos que sabían la base científica y no sólo las respuestas superficiales. Algunos divagaron sobre la utilización de antibióticos de amplio espectro en los casos en los que la causa de la enfermedad es desconocida, en lugar de indicar que son efectivos contra un amplio rango de bacterias en comparación con los antibióticos de espectro reducido, que sólo son efectivos contra ciertos tipos de bacterias. La mayoría conocía los efectos de la prescripción abusiva de penicilina en cuanto al aumento de la resistencia, pero con frecuencia no mencionaron que también destruyen bacterias útiles.

Pregunta B3

- (b) Muchos alumnos identificaron correctamente el centro quiral de la adrenalina, pero la pregunta sobre la utilización de auxiliares quirales no se respondió bien. Algunos confundieron esto con isomería cis- /trans- y muchos no indicaron que el auxiliar quiral es en sí mismo un compuesto ópticamente activo.

Pregunta B4

- (a) Muchos alumnos no reconocieron que tanto en la mescalina como en el LSD son drogas alucinógenas y que con frecuencia es problemático diferenciar sus efectos.
- (b) Inesperadamente algunos alumnos fueron incapaces de comparar apropiadamente las semejanzas y diferencias entre las estructuras de ambas drogas. Algunos respondieron de forma trivial como ser “contiene un enlace C=O” en vez de, por ejemplo, diferenciar entre una amida y una amina o bien indicar que la mescalina contiene grupos éter.

Opción C – Bioquímica humana

Pregunta C1

- (a) La mayoría de los alumnos indicó correctamente las principales diferencias entre las grasas saturadas y las insaturadas, aunque para obtener el punto era necesario referirse específicamente a los átomos de carbono al mencionar los enlaces simples o dobles.
- (b) Las respuestas a por qué el ácido palmítico funde a mayor temperatura que el ácido linoleico fueron menos convincentes. A pesar de que con frecuencia indicaron que las cadenas de ácido linoleico son más “curvadas”, la explicación de cómo este hecho afecta

el punto de fusión en términos de empaquetamiento más cerrado y fuerzas de van der Waals fue menos frecuente.

- (b) La mayoría fue capaz de calcular correctamente el valor calórico del aceite a pesar de que algunos aún se confunden la masa de muestra con la masa de agua en la expresión $q = mc\Delta T$

Pregunta C2

Hubo algunos errores en las respuestas a la pregunta directa C2. Con frecuencia se indicó que la vitamina C es soluble en agua mientras que la D no lo es, y que en la vitamina C hay enlaces de hidrógeno que no están presentes en la vitamina D, sin indicar claramente que la vitamina D es soluble en grasas o identificar las fuerzas intermoleculares presentes en la vitamina D. Se indicó que la vitamina C tiene enlaces /grupos OH, sin especificar que los hay en mayor número que en la vitamina D.

Pregunta C3

La mayoría de los alumnos obtuvo por lo menos 2 puntos en los beneficios y preocupaciones derivadas del uso de alimentos genéticamente modificados, pero muchos perdieron algún punto por utilizar lenguaje descuidado. Por ejemplo, se aceptó el hecho de que se pueden incorporar sustancias anticancerígenas a los alimentos GM, pero no se aceptó que “curan el cáncer”. Otros no supieron diferenciar entre cosechas y alimentos, esto los condujo a confusiones como “duran más tiempo en la alacena porque no son atacados por los insectos”.

Pregunta C4

Los alumnos tuvieron más dificultades en esta pregunta. Muchos no fueron capaces de identificar el gráfico correctamente y no incluyeron las unidades en las respuestas para V_{\max} y K_m . Muy pocos obtuvieron la puntuación total por explicar cómo se modifica la velocidad de la reacción cuando se eleva la concentración del sustrato. La mayoría incluyó cierta referencia a los “sitios activos” de la enzima pero no indicó que inicialmente la velocidad aumenta debido a que las colisiones son más frecuentes.

Pregunta C5

En la pregunta C5, la mayoría supo que el hierro forma complejo con el grupo hemo o la hemoglobina, pero estaban menos seguros de que el estado de oxidación del hierro es +2.

Opción D – Química ambiental

Esta fue una opción muy popular y muchos alumnos la respondieron bastante bien, aunque aún hay ejemplos de estudiantes cuyas explicaciones no tienen base suficientemente química como para obtener todos los puntos.

Pregunta D1

- (b) Las respuestas imprecisas que afirmaron que la Tierra refleja la luz atrapada por los gases de invernadero no obtuvieron puntos. La radiación incidente de longitud de onda corta proveniente del sol, pasa a través de los gases de invernadero calentando la tierra. La tierra entonces, emite radiación de mayor longitud de onda (menor energía). En vez de escapar nuevamente al espacio, algo de esta radiación es absorbida por los enlaces de las moléculas de los gases de invernadero. Esto calienta las moléculas y la energía es re-irradiada nuevamente hacia la superficie terrestre.

Pregunta D2

La identidad y las fuentes de los contaminantes que contribuyen a disminuir la concentración de ozono se supieron bien, pero muchos indicaron que una desventaja de ambos,

fluorocarbonos e hidrofluorocarbonos, es que son inflamables. En el caso de los fluorocarbonos esto no es verdadero.

Pregunta D3

- (a) Las respuestas sobre los tratamientos primario y secundario fueron correctas.
- (b) Para obtener todos los puntos, los alumnos debían mencionar la precipitación química no simplemente la precipitación, o bien escribir una ecuación adecuada para explicar de qué forma, en el tratamiento terciario, se eliminan los iones de los metales pesados o los iones fosfato de las aguas residuales.

Pregunta D4

Aunque algunos alumnos confundieron el smog fotoquímico con el smog reductor, la mayoría fue capaz de obtener buena puntuación en D4.

Pregunta D5

Algunos alumnos no indicaron a qué metal pesado se referían sus respuestas a D5 y hubo muchas respuestas algo imprecisas o conjeturas respecto de los efectos de un metal pesado en particular sobre el ambiente y la salud humana.

Pregunta D6

Las desventajas del uso de la DL_{50} como medio de expresar la toxicidad se supo generalmente bien.

Opción E – Industrias químicas

Pregunta E1

Algunos alumnos describieron correctamente la diferencia entre el polipropeno isotáctico y el atáctico, pero luego malograron sus respuestas con dibujos o diagramas incorrectos. El error más común fue colocar un grupo $-CH_3$ en cada átomo de carbono de la cadena en lugar de hacerlo en átomos alternados.

Pregunta E2

- (b) Muchos alumnos se refirieron de forma algo insegura al hecho de que el aluminio es más reactivo que el hierro, pero no indicaron específicamente que el principal factor es la posición del metal en la serie de reactividades o serie electroquímica. El nombre y la fórmula del principal mineral de hierro en el horno de cuba se supieron bien, pero fueron pocos los que conocían el nombre y la fórmula de la impureza principal del óxido de silicio (IV). La mayoría de los alumnos fue capaz de escribir ecuaciones adecuadas para representar las reacciones que se producen durante la extracción electrolítica del aluminio, pero la función de la criolita no fue clara. La criolita se usa como solvente en lugar de impureza, es una forma de mantener los iones aluminio en solución a menor temperatura que en la alúmina pura fundida.

Pregunta E4

Esta fue una pregunta directa sobre la industria cloro-álcali. Se aceptaron dos cualquiera entre el de diafragma, el de membrana de intercambio o el de celda de mercurio. A pesar de que casi todos los alumnos nombraron al hidrógeno y su uso en el proceso Haber como uno de los productos, los alumnos capaces de mencionar al hidróxido de sodio como el otro producto e indicar importancia industrial fueron menos.

Pregunta E5

Esta pregunta sobre el dopado del silicio se respondió generalmente bien.

Opción F – Combustibles y energía

Pregunta F1

- (a) Algunos alumnos fueron incapaces de escribir respuestas científicamente correctas sobre las ventajas y las desventajas de la combustión directa de la biomasa comparada con su inicial conversión en etanol. Quemar biomasa es más eficaz, pero más contaminante que convertirla en etanol. El etanol se puede transportar con mayor facilidad, pero se necesita tiempo para su conversión.
- (b) Las mejores respuestas de este apartado se refirieron a las ventajas y desventajas de usar celdas fotovoltaicas.

Pregunta F2

- (a) A pesar de que en el programa de química se menciona explícitamente la batería de plomo-ácido, muchos alumnos no respondieron bien la pregunta F2. No indicaron que uno de los electrodos está fabricado de óxido de plomo(IV) y muchos no sabían que el electrolito es el ácido sulfúrico y fueron incapaces de escribir correctamente las semiecuaciones que se producen en los electrodos.
- (b) Algunos indicaron lo que habían aprendido, que el voltaje generado por una celda depende de las semiceldas utilizadas. A pesar de que el hecho es verdadero para las celdas en general, esto no responde la pregunta que se refiere específicamente a la batería de plomo. En este caso, la respuesta es que depende del número de celdas que se conecten. La potencia depende del tamaño del electrodo y de la cantidad de material usado.

Pregunta F3

Muchos alumnos fueron capaces de responder la pregunta F3 sobre la desintegración radiactiva aunque algunos no indicaron la unidad, día⁻¹, al escribir el valor de la constante de velocidad. Algunos además calcularon correctamente la relación A/A_0 (0,824), pero olvidaron restarla de uno para calcular la fracción que se había desintegrado, que resultaba ser 0,176 (o el 17,6%)

Pregunta F4

Muchos alumnos fueron incapaces de definir correctamente el término *energía de enlace por nucleón*. Se dieron respuestas demasiado imprecisas que no se refirieron a los protones y neutrones por separado al mencionar la formación o ruptura de un núcleo. Algunos también tuvieron problemas para explicar correctamente el gráfico de energía de enlace por nucleón en función del número másico de acuerdo con la conversión en núcleos de menor o mayor números de masa.

Opción G – Química analítica moderna

Pregunta G1

La mayoría de los alumnos que respondieron las preguntas de esta opción parecieron estar bien preparados y hubo algunas respuestas acertadas. Algunos se confundieron A y B, quizás porque vieron el espectro electromagnético dibujado al revés, pero en la pregunta se aclaraba perfectamente cómo aumentaba la longitud de onda. Toda vez que indicaran de forma incorrecta que A estaba en el infrarrojo y B en el ultravioleta, se aplicó el principio del “error por arrastre” al resto de sus respuestas.

Pregunta G2

- (a) Hay varios isómeros de fórmula $C_2H_4O_2$, y se aceptaron dos cualquiera de ellos.

- (b) A partir de la información del *Cuadernillo de datos*, fue fácil asignar las absorciones en el IR, aunque era preciso diferenciar entre el tipo de vibración OH que se produciría a 2765 y las otras vibraciones OH.
- (c) La estructura correcta era la del ácido etanoico. Se adjudicaron los puntos toda vez que la explicación fuera consistente con la utilización de la información dada para diferenciar entre los isómeros dibujados por el alumno en el apartado (a).

Pregunta G3

La información que se preguntaba sobre el espectro de ^1H RMN, fue generalmente correcta. Los errores más comunes fueron interpretar incorrectamente los patrones de desdoblamiento y los desplazamientos químicos y escribir la estructura del isómero equivocado (etanoato de etilo) en el apartado G3(c) en lugar de la estructura correcta (propanoato de metilo).

Opción H – Química orgánica avanzada

Como en años anteriores, la variación entre algunas de las respuestas a esta opción fue considerable. Muchos alumnos fueron capaces de escribir correctamente las etapas individuales de los mecanismos demostrando buena utilización de las flechas curvas, δ^+ y δ^- , mientras que otros aún escriben respuestas confusas.

Pregunta H1

Aunque casi todos los alumnos escribieron correctamente la estructura del $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, algunos tuvieron problemas con las etapas de propagación del mecanismo de radicales libres en la cloración del metilbenceno, aunque los restantes apartados de la pregunta se respondieron generalmente bien.

Pregunta H2

Esta pregunta sobre la reacción del cianuro de hidrógeno con propanona resultó más difícil. Muchos de los que sabían que el nitrilo sufre hidrólisis por acción del ácido para formar un ácido carboxílico, no incluyeron el NH_4^+ en la ecuación de hidrólisis.

Pregunta H3

Los alumnos mejor preparados respondieron muy bien esta pregunta sobre sustitución nucleófila.

- (a) La mayoría fue capaz de explicar correctamente los mecanismos $\text{S}_{\text{N}}1$ y $\text{S}_{\text{N}}2$ de acuerdo con los factores estéricos y la estabilidad del carbocatión intermediario formado.
- (b) Asimismo, la mayoría sabía, o dedujo correctamente, que el ion OH^- es mejor agente nucleófilo que el H_2O , puesto que por su carga atraería más la δ^+ del átomo de carbono del CH_3Br y por consiguiente reaccionaría más rápido.
- (c) Algunas de las explicaciones a por qué el CH_3Br reacciona más rápido con los nucleófilos que el $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$, fueron algo confusas. Uno de los pares electrónicos no enlazantes del átomo de bromo, es capaz de deslocalizarse con los electrones π del anillo aromático. Esto genera un enlace C-Br más fuerte (haciendo que sea menos probable de romper) y además causa la repulsión del nucleófilo.

Asistencia y orientación para futuros alumnos

Algunos de los comentarios realizados en años anteriores aún son pertinentes. Algunos alumnos aún presentan dificultades para responder a la(s) pregunta(s) dada(s). En ocasiones se omitieron algunos apartados y otros se confundieron. Esto se puede subsanar en parte practicando frecuentemente con

preguntas del tipo del examen. Se debería dar regularmente a los alumnos pruebas de exámenes pasados. Esto les brindaría la oportunidad de desarrollar la habilidad de responder a las preguntas clara, directa y completamente, de esta forma no se les penalizaría por no responder lo que se pide en la pregunta. Si se pide a los alumnos que enumeren dos propiedades, etc. entonces, no deberían enumerar tres; ya que se les penalizará si una de ellas es incorrecta a pesar de que las otras dos fueran correctas. Cuando en las preguntas se pide que comparen dos métodos, ventajas y desventajas, es preciso dar dos puntos claramente diferentes en vez de uno solo. Por ejemplo, si se indica que el transporte es una desventaja del uso de la biomasa como combustible con respecto a su conversión inicial a etanol, entonces, la facilidad de transporte no se debería indicar como una ventaja de la conversión en etanol. Es necesario que los alumnos estén completamente familiarizados con el uso de los verbos de acción y los objetivos con los que se relacionan.

Proporcionar a los estudiantes los recursos adecuados para complementar la enseñanza de las opciones. Aparte de los libros de texto específicos del BI, muchos libros de química no contienen suficiente información como para cubrir una opción, y los estudiantes no parecen estar familiarizados con cierta información básica. Es importante que los alumnos estudien completamente una opción y no traten de adivinar qué preguntas caerán y estudiar ciertas partes de cada opción.

Las respuestas a las preguntas deberían demostrar tanto profundidad como amplitud. Los estudiantes se deben asegurar de que responden a un número suficiente de puntos como para obtener todo el rango de notas asignado a cada pregunta. El carácter de las respuestas debe ser lo más químico/científico posible, en lugar de tener carácter simplista o periodístico.

Deberá haber una relación significativa entre la teoría y la práctica – las presentaciones/discusiones de clase y las investigaciones prácticas deben reforzarse mutuamente.

Se debería aconsejar a los alumnos que intenten responder todos los apartados de una opción. Es mejor un intento, que proporcionará algún punto, que ningún intento que no proporcionará ninguno.

Se recomienda a los profesores que enseñen dos opciones ampliamente y no intenten cubrir más que eso, a menos que el tiempo se lo permita. Cada año se refuerza la evidencia de que los alumnos de colegios en los que se estudian varias opciones, se desempeñan peor que los que se concentran en sólo dos opciones.

Se recomienda a los alumnos firmemente que respondan las preguntas de la opción que hayan estudiado en vez de intentar opciones de las que creen tener cierto conocimiento de alguna parte. Por ejemplo, los estudiantes no deberían responder preguntas sobre bioquímica humana, aún habiendo estudiado biología, a menos que se les haya enseñado específicamente esta opción.

Evaluación interna

Niveles medio y superior

Bandas de calificación del componente

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

Comentarios generales

Los moderadores opinaron que los valores generales de la evaluación interna (EI) fueron semejantes a los del año pasado o levemente mejores. A la vista del número de colegios de nueva incorporación al Programa del Diploma del BI, resulta estimulante que se hayan mantenido los valores generales, o que aún hayan mejorado. Ahora, los moderadores pueden consultar el impreso de Información sobre la Evaluación Interna del año anterior y evidentemente, muchos profesores han tenido en cuenta las recomendaciones dadas, aunque desafortunadamente una minoría de colegios no han mejorado y es preocupante que tal información no haya llegado a los profesores o bien la hayan ignorado.

La información sobre el año pasado, dirigida a todos los profesores en el Material de Apoyo para Profesores (MAP), está disponible en el Centro Pedagógico en Línea (CPL) y posiblemente es la razón de que este año se realizaran tareas de evaluación más adecuadas. Sin embargo, el material sobre errores e incertidumbres en OD, PPD y CE, contenido en el MAP 1 no se ha implementado todavía en muchos colegios y esto constituye una limitación para alcanzar estos criterios.

En general, la mayoría de los colegios están siguiendo las instrucciones que se proporcionan en el *Vade Mecum* con respecto a la compilación de muestras para enviar al moderador, sólo una minoría de colegios completaron incorrectamente el impreso 4/PSOW o no remitieron las muestras correctas del trabajo del alumno. Con frecuencia no se remiten las instrucciones dadas por los profesores. Tal evidencia, bien está ausente, bien debió ser requerida separadamente a través de IBCA, o es demasiado breve como para ser informativa. Es preciso incluir un registro de las instrucciones orales toda vez que el estudiante reciba información extra de esta forma.

Muchas muestras evidencian que los profesores controlaron el trabajo de los alumnos cuidadosamente y proporcionaron información útil. En otros casos, no se realizaron indicaciones. Los profesores usan con frecuencia una tabla con la notación t, p, n para indicar los aspectos logrados en cada criterio. Esta práctica ayuda a los alumnos y al moderador, ya que el propósito de la moderación es validar la evaluación del profesor. La valoración de la seguridad y los aspectos ambientales fueron evidentes en algunos colegios, pero en otros se omitieron completamente – estas preocupaciones deberían ser universales.

Rango y conveniencia del trabajo remitido

La mayoría de los colegios presentó esquemas de trabajo práctico de nivel académico adecuado. Se remitió un amplio rango de investigaciones y muchos colegios presentaron programas prácticos interesantes. La mayoría de los colegios cubrieron las áreas del programa adecuadamente y las investigaciones se refirieron a un amplio espectro de temas. Los moderadores notaron cierto déficit de amplitud de experiencias sobre los temas de las opciones y la química orgánica. A pesar de que es comprensible dedicar una gran proporción del programa a investigaciones cuantitativas, que conduzcan a la evaluación de los criterios, los profesores deberían esforzarse por ajustar los contenidos y no abandonar los experimentos cualitativos.

La mayoría de los colegios enviaron documentación sobre la utilización de un amplio rango de técnicas experimentales. En un número muy pequeño de casos se apreció tendencia a la sobre dependencia de los experimentos basados en titulaciones, hecho que indica que los alumnos no disponían de equipamiento adecuado. También es digno de destacar que, con respecto a los últimos años, no se ha producido un aumento significativo del registro cronológico de datos en las muestras enviadas para evaluación. Esto probablemente refleja la consideración pragmática de que es difícil evaluar la contribución individual de los alumnos a OD y PPD en el caso de que hayan utilizado técnicas de registro cronológico de datos. Sin embargo el hecho de que muy pocos estudiantes mencionen el registro cronológico de datos en las actividades de planificación indica que no están familiarizados todavía con la tecnología concerniente. No hay razón para que no se incluya el registro cronológico de datos en las tareas de planificación o CE que así lo demanden.

La mayoría de las investigaciones usadas para la evaluación fueron apropiadas para tal propósito. Sin embargo, fue preciso informar a gran parte de los colegios, en la Sección C del impreso 4/IAF, que habían remitido por lo menos una investigación inadecuada para la evaluación de algún criterio dado. Felizmente, en esta ocasión los colegios que demostraron no haber implementado de forma generalizada tareas de evaluación adecuadas para alguno de los criterios, fue menor que en años anteriores.

Hubo dos razones frecuentes por las que las investigaciones se consideraran inadecuadas. La primera, fue en el caso de que las instrucciones de los profesores supusieron demasiada ayuda para los alumnos. Los ejemplos más frecuentes fueron:

PI (a): demasiados objetivos específicos que privaron a los alumnos de la oportunidad de la ampliación.

PI (b): demasiada información respecto de materiales, aparatos y aún etapas procedimentales.

DC: se indicó a los alumnos qué datos debían recoger al haberles suministrado las tablas para datos.

DPP: se indicó a los alumnos qué datos representar gráficamente o se les dio guías de cálculos paso a paso.

CE: los estudiantes debieron responder una serie de preguntas.

Los fallos mencionados fueron más frecuentes en aquellos colegios en los que se utilizaron libros comerciales de actividades con espacios en blanco para completar por los alumnos. Estos libros, en general, proporcionan demasiada información e impiden que los alumnos satisfagan los requisitos del criterio por sí mismos.

La segunda razón más frecuente por la que los moderadores calificaron las investigaciones como inadecuadas para la evaluación fue que la actividad fue demasiado trivial o simplista para los candidatos al diploma del BI. Por ejemplo, tareas como “Separación de sal y arena” para evaluar el criterio PI(b) o “Determinación del punto de ebullición del agua”. No se deberían usar tales investigaciones, que reportan poca información, para evaluar los criterios OD y PPD. Se reconoce el hecho de que muchos estudiantes comienzan el programa del Diploma del BI con una experiencia de mínima de trabajo práctico para la investigación y tales tareas pueden ser apropiadas al principio del curso como entrenamiento en las habilidades requeridas. Sin embargo, la puntuación obtenida en tales tareas sencillas no debería contribuir a la nota final y así no se causaría problemas en la moderación.

Es preocupante que un número pequeño, pero significativo de colegios, usan cada año informes de varios autores para evaluar los cinco criterios. Es esencial que los alumnos sean evaluados exclusivamente por su contribución individual a cualquier actividad que se use para la evaluación de los criterios. Es aún más preocupante que se remitan informes idénticos de dos o más estudiantes sin reconocimiento de la naturaleza conjunta del trabajo. Esto constituye una mala práctica académica y

el moderador lo notificará a IBCA. El profesor debería identificar tales situaciones y por lo tanto el trabajo no debería contribuir a la evaluación final de los alumnos involucrados.

Desempeño de los alumnos en cada criterio

Planificación (a)

El cumplimiento de los requisitos de este criterio ha mejorado con respecto a los últimos años y en esta sesión, en la estructura de muchos de los informes se apreciaron claramente los objetivos, la hipótesis y la identificación explícita de las variables independientes y de control. Muchos alumnos demostraron comprensión adecuada de los términos *control*, *dependiente* e *independiente* cuando se refieren a las variables. En aquellos casos en los que la inseguridad o confusión respecto del significado de estos términos se manifestó a lo largo de toda la muestra remitida por un colegio, deducimos que tales términos no fueron definidos apropiadamente a los estudiantes.

Este criterio requiere que se proporcione un problema para investigar amplio o general y el alumno deberá especificarlo o enfocarlo. En un número significativo de colegios aún se da a los alumnos una pregunta específica, denegando la oportunidad de satisfacer plenamente este criterio. Algunos alumnos establecieron una hipótesis, pero no la justificaron o bien lo hicieron de forma insuficiente o superficial. Demasiadas de las hipótesis sencillamente predijeron el éxito del experimento propuesto por el alumno. Una hipótesis debería ser explicable en términos de conceptos químicos, como se describe en el programa, generalmente a nivel molecular. Si para una investigación dada, no es posible formular fácilmente dicha hipótesis, es posible que dicha investigación no sea adecuada para evaluar PI(a). Otra razón significativa por la que algunos alumnos no satisficieron este criterio fue que la tarea propuesta fue demasiado reducida como para permitirles tomar sus propias decisiones respecto de qué variable(s) debería(n) ser independiente(s) y cuáles deberían ser controladas. Con frecuencia estas tareas se redujeron a la determinación de una propiedad cuantitativa (e.g., ‘Determinación de la concentración de ácido etanoico en el vinagre’).

Planificación (b)

Este criterio se satisfizo en un grado similar al de años pasados. Los alumnos generalmente seleccionaron equipos adecuados y desarrollaron estrategias apropiadas para llevar a cabo sus investigaciones. Las investigaciones que requieren la provisión del equipo o la metodología específicos, no son adecuadas para evaluar PI(b). En ocasiones los profesores planifican demasiado y proponen una investigación que conduce a un único procedimiento posible, y de esta forma, deniega al alumno la oportunidad de satisfacer este criterio. Los criterios PI(a) y PI(b) deberían conducir a diferentes respuestas de distintos alumnos de la misma clase. Un conjunto de respuestas idénticas indican que la investigación no es adecuada para la evaluación de PI(a) y/o PI(b). Fue preocupante que algunas clases remitieran procedimientos casi idénticos que parecieran provenir de manuales comerciales de laboratorio o basados en información Web.

Un aspecto habitualmente problemático en PI(b) es la falta de control de variables aún en los casos en los que los alumnos hayan identificado las variables que deben manejar o controlar en el criterio PI(a). El ejemplo más habitual de esta omisión fue no controlar la temperatura al estudiar cinéticamente una reacción significativamente exotérmica. Otro fallo en un amplio número de alumnos fue la ausencia de observaciones cuantitativas respecto a las concentraciones, masas, volúmenes, etc. de los reactivos. Dicho esto, los datos resultantes indicaron que habitualmente se usaron cantidades racionales evitando de ese modo los daños medioambientales. Otra razón del cumplimiento incompleto de PI (b), radicó en el hecho de que los alumnos no planificaron la recogida de datos suficientes. Muy pocos consideraron la evaluación por reproducibilidad por medio de duplicación o evaluación de la incertidumbre por

calibración contra patrones conocidos. También desafortunadamente un amplio número de alumnos no planificó el número adecuado de ensayos para investigar adecuadamente el efecto de la variación de la variable independiente sobre la dependiente, en la medida de lo posible por medios gráficos

Obtención de datos

Las tareas de obtención de datos propuestas a la mayoría de los alumnos fueron adecuadas (el número de colegios que presentaron alumnos con tablas preestablecidas fue menor que en años anteriores) y el desempeño fue generalmente bueno, con alumnos capaces de presentar de forma independiente los datos en tablas adecuadamente diseñadas con unidades y encabezados de columnas adecuados. A pesar de que se apreció una mejoría notable con respecto a años anteriores, aún se observan fallos en relación con el primer aspecto: con frecuencia se omitió la incertidumbre y el uso de cifras significativas no fue consistente. Además, los alumnos aún omiten registrar datos cualitativos en los casos en los que están presentes y son significativos (e.g., la prueba de combustión incompleta cuando se determina una entalpía de combustión).

Los profesores tendieron a adjudicar a sus alumnos la máxima puntuación en OD por tareas meramente cualitativas como observaciones descritas insatisfactoriamente o sin detalle o cuando los enunciados no describían observaciones fundamentales.

Procesamiento y presentación de datos

La mayoría de los colegios evaluaron adecuadamente PPD en tareas cuantitativas y la pauta general fue satisfactoria, aunque no fueron frecuentes los niveles más altos de cumplimiento. En comparación con sesiones previas, una minoría creciente de colegios impulsó el tratamiento significativo de errores o incertidumbres en PPD. Sin embargo, sólo una pequeña proporción de los alumnos del NS fue capaz de calcular correctamente la propagación de errores en los cálculos. Muy pocos alumnos del NM fueron capaces de indicar cualquier forma de evaluación de incertidumbre en un resultado y con frecuencia se omitió la apreciación de las cifras significativas. Se debería consultar el MAP 1 para tener una referencia en esta área.

Una preocupación importante fue el número relativamente bajo de gráficos que se presentaron para la moderación y la baja calidad de muchos de ellos. Frecuentemente demostraron incapacidad para construir la línea de ajuste y en los casos en los que era preciso trabajar con mayor exactitud, fueron incapaces de dibujar gráficos apropiados, asimismo, la utilización de Excel fue mediocre. Se pueden utilizar las versiones recientes de Excel para mejorar los efectos en PPD, pero es preciso que se aprecien los aspectos normales del gráfico, i.e. rotulado de unidades en los de ejes, líneas y curvas de ajuste, etc., así como también debe ser evidente la contribución del alumno. Un programa de gráficos que no permita al usuario el control sobre el proceso o la salida de datos no es adecuado para evaluar este criterio. La mayoría de los profesores reconocieron claramente este hecho puesto que el uso de técnicas de clasificación de datos en PPD no fue habitualmente evidente. El registro cronológico de datos no se ha integrado aún satisfactoriamente en los ejercicios de evaluación de PPD, se recomienda a los profesores que sean cautos respecto del tiempo cuando se trata de evaluar el criterio PPD.

Muy pocos alumnos procesaron los datos de forma avanzada, como ser el cálculo de gradientes o la intersección por interpolación. Puesto que el segundo requisito del aspecto, tener en cuenta las incertidumbres, se puede satisfacer obteniendo la línea de ajuste adecuada, debería tener como consecuencia que el proceso de datos mediante gráficos se convierta en un componente de importancia creciente en la mayoría de los programas de los colegios y esperamos que, consecuentemente, la calidad de los gráficos presentados mejore.

Con frecuencia se evaluó PPD utilizando interpretaciones cualitativas como reacciones en tubos de ensayo en las que se dedujeron ecuaciones ajustadas a partir de observaciones cualitativas

mínimas y carentes de validación. Estas respuestas son más adecuadas para la evaluación del primer aspecto de CE

Conclusión y evaluación

Como en el año anterior, esta es un área en la que los alumnos aún no puntúan especialmente bien. Por ejemplo, aún no es habitual que comparen sus resultados con los valores publicados en caso que sea preciso. Este criterio también requiere una conclusión válida con una explicación basada en la interpretación correcta de los resultados y esto con frecuencia se omite. Existe muy poca evidencia de que los alumnos se hayan documentado para interpretar sus hallazgos. Si se consulta una fuente bibliográfica, entonces es preciso citarla adecuadamente.

La mayoría de los alumnos intentó evaluar el procedimiento y enumerar las posibles causas de error. Habitualmente esta evaluación fue superficial, los comentarios tales como “las lecturas deben haber sido demasiado bajas o altas” no fueron infrecuentes. Los alumnos deberían intentar identificar causas razonables de errores sistemáticos y en las investigaciones simples, esto puede resultar difícil. Aún en los casos en los de los que alumnos determinaron acertadamente el porcentaje total de incertidumbre en PPD, muy pocos usaron esta información para evaluar si el resultado final era explicable por error aleatorio o requería tener en cuenta los errores sistemáticos. Muchos fueron capaces de sugerir mejoras apropiadas para la investigación y, a continuación identificaron los puntos débiles; aunque una minoría significativa fue sólo capaz de sugerir mejoras demasiado simplistas o completamente fuera de la realidad (frecuentemente del tipo “usar un instrumento de medición digital”)

Técnicas de manipulación

En general, en los programas de trabajos prácticos se proporcionó un buen espectro para la evaluación de este criterio.

Proyecto del grupo 4

La mayoría de los colegios envió la documentación de la participación de cada alumno en el proyecto del Grupo 4. Este es un requisito esencial del programa del BI. Se debió solicitar especialmente que lo remitieran a los colegios que no lo habían hecho. La documentación puede tener diversas formas como se indica en la *Guía de Química del BI* (página 32). No es apropiado enviar una evidencia grupal cuando el proyecto del Grupo 4 se usa para evaluar cualquiera de los criterios escritos.

Muchos colegios han llevado a cabo proyectos estimulantes e imaginativos. Sin embargo, en muchos casos el trabajo realizado pareció estar poco relacionado con la química. Se requiere que todos los estudiantes de química lleven a cabo estudios relacionados de alguna forma con la química. En algunos casos, los proyectos del grupo 4 no representaron las 15 horas de trabajo establecidas en el 4/PSOW.

Es preciso que los profesores tengan en cuenta que una proporción significativamente elevada de colegios usan el proyecto del grupo 4 como una oportunidad ideal para estimular la colaboración grupal en un marco interdisciplinario y evaluar el criterio de aptitudes personales, pero no lo utilizan para asignar grados de concreción respecto de los criterios escritos. Esto armoniza con los propósitos del proyecto del grupo 4.

Recomendaciones para la enseñanza a futuros alumnos

Se realizan las siguientes recomendaciones para la enseñanza y evaluación de futuros alumnos:

- los alumnos deberían conocer los diferentes aspectos de los criterios por los que se los evalúa, y se recomienda con énfasis que, para valorar sus investigaciones, usen tablas de criterio/aspecto en la que se indique claramente n, p y c.
- es esencial asegurarse de que los estudiantes son evaluados únicamente por su contribución individual a cualquier actividad utilizada para valorar los criterios escritos.
- los profesores deben asegurarse de que los alumnos tienen la oportunidad de alcanzar los criterios, por ello no deberían proporcionar demasiada información/ayuda para los criterios Planificación (a), Planificación (b), Obtención de datos, Procesamiento & producción de datos, y Conclusión & evaluación.
- los profesores deberían consultar el MAP 1 en el Centro Pedagógico en línea, con referencia al tratamiento de errores e incertidumbres.
- se recomienda no utilizar para la evaluación interna cuadernillos de prácticas con espacios para completar, puesto que proporcionan demasiada información y deniegan la oportunidad de que los alumnos satisfagan los criterios.
- se recomienda a los alumnos que formulen hipótesis directamente relacionadas con la pregunta a investigar y explicadas en función de conceptos químicos, con frecuencia a nivel molecular.
- se debería animar a los estudiantes a repetir los ensayos, a calibrar o generar suficientes datos como para poder llevar a cabo análisis gráfico, cuando se diseñan procedimientos en PI(b).
- Los alumnos deben registrar tanto los datos brutos cualitativos como cuantitativos, siempre que corresponda, incluyendo las unidades e incertidumbre cuando sea preciso.
- los alumnos deben comparar sus resultados con los valores publicados cuando sea apropiado.
- uno de los requisitos de la EI, es que los alumnos evalúen el procedimiento, enumeren los posibles errores aleatorios y sistemáticos y sugieran formas para mejorar la investigación luego de haber identificados sus puntos débiles.
- los profesores no deberían evaluar para un criterio particular si una investigación no se adapta a todos los aspectos de un criterio en especial.
- si es preciso que los alumnos desarrollen habilidades para una investigación práctica utilizando experimentos introductorios sencillos que no satisfacen completamente todos los aspectos de un criterio, es importante que esa puntuación no se incluya en el impreso 4/PSOW.
- se debe remitir documentación de la contribución individual de cada alumno de la muestra en el proyecto del grupo 4.
- antes de remitir el trabajo para la moderación, los profesores deben consultar, y ceñirse, a las instrucciones que se encuentran en la Guía de Química, el Material de Apoyo a los Profesores que está en el Centro Pedagógico en Línea y las instrucciones proporcionadas en el *Vade Mecum*.