

## **PRUEBA DE CIENCIAS, CRÍTICAS Y PROPUESTAS\***

### **Comisión de Ciencias**

**SERGIO HOJMAN G. (presidente)**

Ph.D. en Física, U. de Princeton. Director, Centro de Recursos Educativos Avanzados, CREA. Profesor titular de física, Universidad de Chile.

**ANA MARÍA BARRIGA S.**

Profesora de Ciencias Naturales, mención Química, P. Universidad Católica de Chile. Profesora de química y profesora jefe colegio Santa Úrsula, Vitacura. Profesora relacionadora de la PAA, Universidad de Chile.

**CLAUDIO BARROS R.**

Ph.D. en Biología, Tulane University. Profesor titular, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica de Chile.

**VÍCTOR H. CIFUENTES G.**

Doctor en Ciencias mención Biología, Genética, Universidad de Chile. Profesor asociado, Depto. de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

**RENATO CONTRERAS R.**

Dr. Tercer Ciclo en Física, Universidad Pierre et Marie Curie, Francia. Profesor del Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

**IRIS FREDES H.**

Profesora de Química y Ciencias Naturales, Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación. Subdirectora enseñanza media colegio Rafael Sanhueza Lizardi, Recoleta.

**FERNANDO GARIB B.**

Profesor de Matemáticas y Física. Profesor de Física, The Grange School.

---

\* El informe apareció en el *Documento de Trabajo* N° 342 (octubre 2002), del Centro de Estudios Públicos. Por razones de espacio, en esta edición no se incluyen los anexos 4 y 5 del mismo.

Los informes de las comisiones de lenguaje e historia se incluyen asimismo en esta edición. El informe de la comisión de matemáticas, junto a otros artículos y documentos sobre el SIES, apareció en *Estudios Públicos* N° 87 (invierno 2002). Véanse en [www.cepchile.cl](http://www.cepchile.cl) los artículos y documentos publicados por el CEP sobre el proyecto SIES.

MIGUEL KIWI T.

Ph.D. en Física, University of Virginia. Miembro de número, Academia de Ciencias, Instituto de Chile.

EDUARDO LISSI G.

Profesor titular, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile.

DR. FRANCISCO MELO H.

Profesor titular, Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile.

FRESIA E. MIRANDA T.

Profesora de Química y Ciencias Naturales, Universidad de Chile. Profesora de Química, Liceo N° 7 de niñas.

VICTORIA MORALES R.

Profesora de Estado en Biología y Ciencias Naturales. Profesora en aula de biología, Sociedad de Instrucción Primaria.

ALIDA RIHM J.

Licenciada en Ciencias Básicas con mención en Biología, Universidad de Chile. Profesor de Ciencias Naturales y Biología, P. Universidad Católica de Chile. Profesora de Biología y subdirectora de enseñanza media, colegio Alemán de Santiago.

EUGENIO G. SPENCER O.

MS(c) en Bioquímica y Ph.D. en Biología Molecular, Albert Einstein College of Medicine, Yeshiva University. Profesor titular, Universidad de Santiago de Chile.

ALEJANDRO M. TORO LABBÉ

Doctor de Estado en Ciencias Físicas, Universidad Pierre et Marie Curie (Francia). Profesor titular, Facultad de Química, Pontificia Universidad Católica de Chile.

M. SOLEDAD VILLARREAL F.

Profesora de Biología y Ciencias Naturales, Universidad Antropológica de Ciencias de Educación. Profesora de Biología y Ciencias Naturales, colegio Santa Úrsula.

*Edición:*

M. Francisca Dussailant L.

Está en gestación una nueva prueba transitoria de ingreso a las universidades (llamada PAT) que vendría a reemplazar a la actual prueba de aptitud académica (PAA) y pruebas de conocimientos específicos (PCE) a partir del año 2003. Uno de los insumos para la definición de las pruebas PAT ha sido el proyecto SIES impulsado por el Ministerio de Educación, que se presentó como un modelo alternativo de evaluación más vinculado al currículo de la enseñanza media. En este estudio, la Comisión de Ciencias convocada por el CEP analiza las preguntas contempladas en el proyecto SIES, concluyendo que éstas no miden las destrezas esenciales que debe evaluar una prueba de ciencias basada en el currículo. Con el fin de contribuir al mejoramiento de las pruebas de ingreso a las universidades chilenas, la Comisión propone ejercicios destinados a medir esas destrezas. A su vez, recomienda que las nuevas pruebas mantengan una relación cercana con las pruebas ACT y SAT II de probada efectividad y poder predictivo en el proceso de selección de alumnos en Estados Unidos.

*Tabla de contenidos*

Resumen ejecutivo .....	353
Informe .....	356
1. Conclusiones de la comisión .....	357
2. Sugerencias de la comisión para la confección de las nuevas pruebas de admisión a las universidades .....	372
Anexo 1	
Análisis de las preguntas del modelo de prueba ciencias SIES aparecido en <i>El Mercurio</i> el 12 de mayo de 2002 .....	391
Anexo 2	
Análisis técnico de la prueba de conocimientos específicos de biología 1998 (sólo preguntas objetadas) .....	415
Anexo 3	
Análisis de la pregunta N° 11 (parte I) de física - SIES .....	424
Bibliografía .....	425

**Resumen ejecutivo**

La comisión de ciencias convocada por el Centro de Estudios Públicos estudió en detalle tanto el modelo de prueba SIES de Ciencias aparecido en *El Mercurio* el día 12 de mayo de 2002, como facsímiles de las pruebas de conocimientos específicos (PCE) de física, química y biología y diferentes pruebas internacionales utilizadas para la admisión universitaria. A partir del estudio y análisis cuidadoso de las preguntas, se llegó a una serie de conclusiones y recomendaciones, junto con una propuesta para la Prueba General de Ciencias que comenzará a rendirse el 2003 y que aún no tiene una estructura definida.

Las conclusiones a las que se llegó fueron las siguientes:

- La calidad de las preguntas del modelo de prueba SIES de Ciencias deja mucho que desear. Se encontraron errores graves de contenido en algunas preguntas, ambigüedad e irrelevancia en otras.
- Muchas de las preguntas del modelo no son las óptimas para identificar a los estudiantes más aptos para cursar carreras científicas.
- Ninguna pregunta del modelo requiere del uso de herramientas matemáticas o de un manejo del método científico, ambas destrezas esenciales para considerar a un individuo como instruido en las ciencias.
- Las preguntas en general están en abierta oposición al espíritu de la reforma educacional, la que enfatiza el valor de la experiencia y del

razonamiento por sobre la información. Además cabe destacar que se hizo un análisis de los tiempos exigidos para cubrir los currículos de ciencias, llegándose a la conclusión de que no alcanzan las horas para enseñar todas las materias requeridas por el Ministerio (y por ende susceptibles de ser preguntadas en las nuevas pruebas de ingreso a la universidad).

- La comisión rechaza terminantemente el intento de introducir preguntas graduadas en las pruebas de ciencias. Estas preguntas limitan el espectro de materias preguntables (ya que en muchos temas, las “medias verdades” simplemente no existen ni son aceptables), son de difícil confección y, en la mayoría de los casos estudiados del modelo, son preguntas que pueden abordarse con métodos puramente lógicos, y sin necesidad de leer el contenido de la pregunta.
- Respecto de las pruebas de conocimientos específicos (PCE) actuales, se consideró que estas pruebas son en todo sentido superiores al SIES. Sin embargo, son pruebas susceptibles de ser mejoradas tanto en lo que respecta a la formulación de sus preguntas como a su adecuación a la reforma educacional.
- La comisión consideró, en amplia mayoría, que es necesario y fundamental mantener las pruebas optativas de conocimientos específicos (de matemáticas, física, biología y química), que cubran, además de los contenidos mínimos, los contenidos de la educación diferenciada o avanzada. Es la opinión de la comisión que estas pruebas agregan información útil para la identificación de los estudiantes más aptos para cursar carreras científicas. Además estas pruebas (y el hecho de que sean optativas) son una señal poderosa para la educación media en lo que se refiere a incentivar a los estudiantes a profundizar en las áreas de su interés, permitiéndoles explorar de antemano sus talentos e inclinaciones.
- Al estudiar la realidad internacional en lo que concierne a pruebas de admisión a las universidades en el área científica, la comisión concluye que hay pruebas de larga trayectoria que podrían ser utilizadas como modelo para la confección de pruebas en Chile y realiza una serie de sugerencias para la confección de las nuevas pruebas de ciencias basándose en esta experiencia internacional. A continuación se presentan, en forma general, las bases de esta propuesta:

*Sugerencias:* La comisión de ciencias sugiere la implementación de una Prueba General de Ciencias, construida sobre la base del modelo del

ACT norteamericano\*. Más que un conocimiento detallado de las materias, esta prueba debiera medir la capacidad de razonamiento científico de los estudiantes. Esto se traduce en pruebas que principalmente apunten a comprobar si el estudiante está familiarizado con las herramientas de la investigación científica —si es capaz de realizar inferencias a partir de gráficos y tablas, si es capaz de entender diagramas y si ha internalizado el método científico.

Se sugiere también que el sistema de ingreso a la educación superior contemple pruebas optativas de conocimientos específicos (PCE) en las distintas ciencias. Es decir, que haya una prueba de matemáticas, otra de física, otra de química y otra de biología, para que los estudiantes con intereses científicos tengan incentivos para profundizar al máximo en sus áreas de mayor interés y puedan desvincularse de otros temas que les interesen menos.

Las PCE deberían ser confeccionadas de manera cuidadosa y cubrir la materia tanto del currículo mínimo como del diferenciado del Ministerio de Educación. Las preguntas deben ser diseñadas de una manera lo más acorde posible con los objetivos de la reforma educacional. Para la confección de estas pruebas se hacen las siguientes sugerencias generales:

- Las preguntas deben medir conocimientos relevantes de cada disciplina.
- Al menos una porción de las preguntas debiera requerir la utilización de herramientas matemáticas sencillas para su resolución. Lo anterior es especialmente importante en el caso de la PCE de Química y la PCE de Física. Es importante que los estudiantes aprendan a reconocer a las matemáticas como una herramienta esencial para la investigación científica. Al respecto, se sugieren preguntas para cuya resolución se requiera formular ecuaciones simples, hacer algunos cálculos aritméticos, confeccionar y leer tablas o gráficos, etc.
- Es indispensable que se haga alusión en las preguntas a contextos de investigación científica. Al menos algunas preguntas debieran referirse a situaciones experimentales y debieran medir conceptos relacionados con una comprensión adecuada del método científico.

---

\* Este tipo de prueba supone exponerse a un currículo de ciencias pero no a un programa específico, lo que evitaría los problemas con los diversos enfoques de la enseñanza de las ciencias que genera una prueba como el SIES. Las preguntas del ACT están referidas al currículo y fomentan el razonamiento. Sin embargo, el estudiante no necesita dominar a cabalidad conocimientos científicos específicos, ya que éstos le son entregados en los enunciados de cada pregunta.

- Es necesario que la mayoría de las preguntas apunten a procesos intelectuales superiores, como por ejemplo la aplicación de conceptos, la integración de ideas y la asociación. Lo anterior es extremadamente importante para mejorar las posibilidades de un desempeño estudiantil exitoso en la educación superior.
- Las pruebas PCE deben ser confeccionadas a partir de una grilla definida de contenidos. El estudiante no sólo debe tener claro qué materias entran en la prueba, sino también debe saber en qué proporción se preguntará cada materia. Lo anterior permitirá que los profesores y estudiantes de educación media puedan priorizar los contenidos de manera adecuada. Así se evita que el azar tenga demasiada incidencia en el tipo de conocimientos con los que cada estudiante llega a rendir la prueba.
- Se recomienda enfáticamente que las PCE se basen en un modelo internacional de comprobada trayectoria como lo es el SAT II. Un país como Chile, si va a utilizar pruebas de alternativas, debe aprovechar la experiencia de estos exámenes que emplean las mejores universidades de Estados Unidos para seleccionar sus alumnos.

## INFORME

**E**l 26 de junio de 2002, el Centro de Estudios Públicos convocó a una comisión para estudiar las preguntas del modelo de prueba SIES de Ciencias aparecido en el diario *El Mercurio* el 12 de mayo de 2002<sup>1</sup>.

La prueba SIES de Ciencias consta de dos secciones. La sección común, obligatoria para todos los alumnos, contiene preguntas de biología, química y física basadas en el currículo mínimo de I y II año medio. La sección complementaria está referida a conocimientos de los últimos dos años de la educación media, y en ésta el estudiante perteneciente a un establecimiento científico-humanista decide (al momento de inscribirse) si rinde química, física o biología. Los alumnos de liceos técnicos profesionales tienen una cuarta opción: ciencia y tecnología. El puntaje de esta prueba se expresa como un puntaje global de ciencia, por lo que no será posible para las universidades saber cuál fue la sección complementaria rendida por el alumno<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Se analizó este modelo ya que corresponde a la única muestra de preguntas confeccionadas por el equipo SIES que se ha dado a conocer al público. Asimismo, se analizaron algunas preguntas aisladas aparecidas en *El Mercurio* en las semanas posteriores.

<sup>2</sup> Al menos así fue la idea original del proyecto SIES. Véase [www.terra.cl/sies/index.cfm?pagina=aqui\\_respuestas&inicio=11](http://www.terra.cl/sies/index.cfm?pagina=aqui_respuestas&inicio=11)

El modelo de prueba SIES aparecido en *El Mercurio* presenta ejemplos de preguntas tanto de la sección común como de las secciones complementarias de química, física y biología. La maqueta no contiene preguntas de ciencia y tecnología, por lo que éstas quedaron fuera de nuestro análisis.

Para facilitar la labor de la comisión se formaron tres subcomisiones, una para cada ciencia.

Este informe recoge las conclusiones a las que llegó la comisión en su conjunto. También se incluyen conclusiones particulares de las distintas subcomisiones.

## 1. CONCLUSIONES DE LA COMISIÓN

### 1.1. Destrezas científicas básicas

Las Ciencias Naturales intentan la comprensión de fenómenos naturales y, para ello, desarrollan métodos que permiten confrontar las ideas, hipótesis y conjeturas que surgen después del estudio de dichos fenómenos. Estos métodos incluyen, entre otros, observaciones, mediciones, comparaciones, clasificaciones, análisis, cálculos, experimentos, formulación y comprobación de hipótesis y construcción de modelos.

Las disciplinas científicas, en especial la física y la química, buscan entregar una descripción cuantitativa de los fenómenos naturales que les preocupan. Su validez está ratificada esencialmente por la concordancia de sus predicciones con las mediciones que se realizan en laboratorios o en la naturaleza misma. La comparación entre los resultados matemáticos de los modelos y los resultados experimentales es una condición ineludible para ratificar su éxito o fracaso.

En consecuencia, la enseñanza y las evaluaciones de las Ciencias Naturales deberían, de alguna manera, reflejar algunos de los aspectos fundamentales mencionados más arriba.

Es por ello que la comisión decidió estudiar las destrezas científicas medidas en las preguntas del modelo SIES, de manera de comprobar si se estaban evaluando efectivamente aquellas que son relevantes en el estudio de las ciencias. En el Anexo 1 aparece el detalle del análisis que se hizo de las preguntas del modelo. Las preguntas se catalogaron en cinco tipos: “Dato anecdótico”, “Definición”, “Concepto”, “Cálculo” y “Aplica-

ción”<sup>3</sup>. Las primeras dos categorías corresponden a preguntas que miden destrezas poco relevantes para el desarrollo de una mentalidad científica. Las tres categorías finales corresponden a destrezas cuyo manejo es básico para las ciencias. A continuación se presenta un cuadro resumen con la clasificación de las preguntas del modelo SIES analizadas.

	Parte I (preguntas dicotómicas)	Parte II (preguntas graduadas)	Total
Dato anecdótico	14,3 %	7,1 %	11,4 %
Definición	33,3 %	7,1 %	22,9 %
Concepto	19,1 %	21,5 %	20,0 %
Cálculo	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Aplicación	33,3 %	64,3 %	45,7 %

Llama la atención que las preguntas del SIES tengan tanta relación con las destrezas científicas menos importantes. Además, en muchos casos, se pregunta sobre temas completamente irrelevantes para las ciencias. Un ejemplo de esto se observa en la pregunta N° 9, parte I del folleto:

Al astro que suele verse más brillante, después del sol y la luna, se le denomina “Lucero de la Tarde”, porque suele estar visible al atardecer. ¿A qué astro corresponde la descripción anterior?

- A. Al planeta Mercurio    B. Al planeta Venus    C. Al planeta Marte  
D. Al planeta Júpiter    E. A la estrella Sirio

Queda claro que esta pregunta mide el conocimiento de un dato anecdótico de cuestionable relevancia para la enseñanza de la física o la astronomía. Este tipo de preguntas no es adecuado para predecir qué alumnos tendrán buen desempeño en las carreras científicas.

<sup>3</sup> *Dato anecdótico*: las preguntas de este tipo miden definiciones que no son relevantes en el estudio de la ciencia. *Definición*: pregunta que exige solamente la memorización de definiciones tales como el profesor las dictaría en una clase, sin requerir mayor elaboración o manejo conceptual. *Cálculo*: la pregunta requiere formular ecuaciones, despejar, aplicar regla de tres o cualquier recurso matemático más o menos interesante. *Concepto*: la pregunta mide si el estudiante comprende, maneja y es capaz de elaborar a partir de una determinada definición. *Aplicación*: se requiere aplicar uno o más conceptos para resolver el problema planteado.

El 34% de las preguntas del SIES caen en las clasificaciones de “definición” o “dato anecdótico” (lo que se ve agravado en la parte I, donde más del 47% de las preguntas cae en esas categorías). La comisión considera que, en una prueba bien diseñada, ese porcentaje debería ser mínimo o nulo.

Además, a pesar de que el modelo analizado sí contiene preguntas de análisis y razonamiento, ninguna de ellas requiere de conocimientos matemáticos para su resolución (0% en ambas partes de la prueba). La comisión considera inaceptable esta omisión ya que las matemáticas son imprescindibles para poder trabajar adecuadamente las ciencias. Es fundamental que al menos algunas de las preguntas requieran de la interpretación de un gráfico, o del planteo y resolución de ecuaciones simples. El hincapié que hace esta comisión en la importancia de las matemáticas para las ciencias no es contrario al espíritu de la Reforma. Como puede apreciarse en los planes y programas del Mineduc (Ministerio de Educación), ahí mismo se indica “...en este orden cuantitativo se espera que alumnos y alumnas alcancen un dominio de las fórmulas más básicas y se familiaricen con las unidades y órdenes de magnitud de mayor relevancia. Para ello deben resolver en forma individual una multitud de problemas sencillos pero variados, que vayan poco a poco afirmando su conocimiento y convirtiendo en hábito el uso de los conceptos adquiridos y el pensar cuantitativo”<sup>4</sup>. Lo anterior tiene especial importancia ya que se ha eliminado la prueba de conocimientos específicos de matemáticas (PCE-M). De hecho la comisión considera que esta última es indispensable para poder predecir adecuadamente qué alumnos tendrán un buen desempeño en las carreras científicas.

Otra omisión que se observa en el SIES tiene que ver con la valoración que se le da a la experimentación. Ninguna pregunta del folleto mide de manera adecuada el manejo que el estudiante tiene de los principios del método científico. Sólo una de ellas (la pregunta 4 de la parte II del folleto) se refiere a los resultados de un experimento. Lo anterior está en abierta contradicción con el espíritu de la reforma educacional, la que enfatiza el valor de la experiencia y del razonamiento por sobre la información. Como se establece en los nuevos planes y programas, “las nuevas formas de producir, comunicarse y organizarse de la sociedad exigen hoy al sistema escolar formar a sus alumnos con mayores capacidades de abstracción, de

---

<sup>4</sup> Ministerio de Educación, “Física/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, I Medio...” (1998), p. 9.

elaboración del conocimiento y de pensar en sistemas; con mayores capacidades de experimentar y de aprender a aprender; de comunicarse y de trabajar colaborativamente; con mayores capacidades de resolución de problemas, de manejo de la incertidumbre y adaptación al cambio” (*www.mineduc.cl* Nuevos Planes y Programas).

## 1.2. El SIES y la reforma educacional

La comisión concluyó que las preguntas estilo SIES corren el riesgo de llevar a prácticas pedagógicas contrarias a la Reforma. Luego del análisis detenido tanto del modelo conceptual del SIES como de las preguntas publicadas, queda claro que las declaraciones de intenciones como los objetivos fundamentales (OF), contenidos mínimos obligatorios (CMO) y los programas preparados por el Mineduc difieren del mensaje que el SIES está enviando a la educación media. La cantidad de material cubierto es tal que se hace imposible que los profesores puedan enfatizar actividades “ineficientes”<sup>5</sup> como los experimentos en laboratorio, salidas a terreno, ferias científicas, proyectos y foros de discusión (véanse en los anexos IV y V del *Documento de Trabajo* N° 342 los análisis que realizó la comisión respecto a los tiempos requeridos para enseñar los contenidos de las diferentes disciplinas según los planes y programas del Mineduc). La verdadera señal que envía el SIES lleva a una adecuación del enfoque pedagógico hacia clases expositivas (más “eficientes”), en desmedro de la calidad y profundidad con que los temas son cubiertos. Esto está en abierta contradicción con el espíritu de la reforma, según el cual los propios alumnos deben ser los “[...] protagonistas principales de las actividades. Deben ser quienes observen, formulen hipótesis, midan, descubran relaciones, infieran, concluyan, etc. El papel del docente es facilitar las condiciones para que ello ocurra y dar las orientaciones necesarias para que el hacer de los estudiantes los conduzca finalmente a alcanzar los aprendizajes necesarios”<sup>6</sup>.

Para ilustrar lo anterior se presenta un extracto de los planes y programas del Mineduc para Biología seguido por una pregunta del folleto SIES. La contradicción entre ambos es manifiesta.

---

<sup>5</sup> Es decir, que requieren de mucho tiempo para la introducción de pocos conceptos.

<sup>6</sup> Ministerio de Educación, “Física/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, I Medio...” (1998), p. 10.

Extracto del Programa de Biología, I Medio, p. 9. Ministerio de Educación, Chile.

“Ya que la ciencia es un proceso activo, su aprendizaje desde la biología debe ser algo que los estudiantes hacen y no algo que se les hace a ellos. El programa enfatiza el propósito de aprender el conocimiento biológico entendiéndolo más que memorizándolo. [...] Es importante reconocer la imposibilidad de enseñar todo lo que se sabe en biología y tomar conciencia de que una acumulación de hechos científicos en la memoria no tiene valor efectivo. En la elaboración de este programa se ha considerado que el principio controlador en la organización y selección de las actividades de los estudiantes debe ser la ciencia como indagación.”

SIES, Pregunta N° 10, parte I (la alternativa correcta está marcada con ✓.)

¿A qué concepto corresponde la siguiente definición?: Grupo de organismos de una misma especie que ocupa un espacio particular en un tiempo dado.

- A. Comunidad    B. Población ✓    C. Ecosistema    D. Nicho Ecológico  
E. Ecología

En el caso de Física y Química, esta situación se ve agravada. Una de las principales limitaciones para implementar adecuadamente los OF (objetivos fundamentales) y CMO (contenidos mínimos obligatorios) en estas áreas radica en el insuficiente número de profesores de Física y Química en el país, lo que implica que, en ocasiones, la tarea es confiada a personas sin la preparación adecuada. Esta situación no parece tener visos de mejorar a mediano plazo. Además, especialmente en el caso de Física, tanto la formación como la práctica profesional de los profesores tiende a concentrarse en los aspectos más bien teóricos de la disciplina con un fuerte desmedro de los aspectos experimentales, llevando esto a que la Física sea enseñada como una asignatura cerrada en la que todas las interrogantes están resueltas y no se da espacio para una real experimentación, donde el resultado final de la actividad es desconocido.

La sensación de incongruencia entre pruebas y reforma se ve reforzada con el análisis que se hizo de las preguntas del SIES. En suma, las preguntas publicadas claramente privilegian un régimen de aprendizaje en el que prevalece la información por sobre la formación, la extensión por sobre la profundización, la clase expositiva por sobre la experimentación y el reconocimiento de nomenclatura por sobre el análisis cuantitativo de datos en función de hipótesis científicas, lo que a esta comisión le parece inadecuado como política educativa, sobre todo en lo que a Ciencias Naturales se refiere. La preparación para este tipo de preguntas desincentiva una enseñanza que priorice la exposición del estudiante a las prácticas y métodos de las ciencias naturales. Una prueba de ciencias tan ajena al lenguaje

matemático y tan próxima a la historia de la ciencia entrega una señal equivocada a los alumnos y profesores acerca de la naturaleza del conocimiento científico. Lo anterior nuevamente refleja la contradicción que existe entre el SIES y los planes y programas del Ministerio. Según los últimos, una buena evaluación “[...] no debe centrarse en probar si el alumnado ha memorizado información sino más bien en la verificación del grado de entendimiento, razonamiento y aplicación del conocimiento, es decir, las habilidades que se logran a través de la indagación e investigación”<sup>7</sup>.

La comisión se pregunta si el equipo que elabora las preguntas del SIES de Ciencias tiene claro en qué consiste la reforma o sólo se basó en un listado de contenidos.

### 1.3. Análisis técnico de las preguntas

Las preguntas analizadas contienen defectos que son preocupantes y que sin duda alguna no pueden estar presentes en una prueba de ingreso a las universidades (véase análisis pregunta a pregunta en el Anexo 1).

Sólo siete preguntas de treinta y cinco (20%) no presentan error alguno. Si analizamos los errores por sección de la prueba, descubrimos que solamente el 7% de la parte II (una pregunta) y el 40% de la parte I (seis preguntas) no presenta error. El resto de las preguntas presenta errores de diversa magnitud entre los que se cuentan desde faltas de esmero en el lenguaje hasta preguntas invalidadas en las que todas o más de una alternativa son correctas.

A continuación analizamos un ejemplo de error invalidante, en la pregunta 11 de la parte I del folleto:

SIES. Pregunta 11, Parte I.

¿Con qué característica de una onda sonora está relacionada la intensidad de los sonidos que escuchamos?

A. Frecuencia B. Amplitud C. Velocidad D. Forma E. Longitud de Onda

Esta pregunta de física tiene problemas inaceptables en su formulación. La pauta del folleto indica que la alternativa correcta es B, pero las otras cuatro alternativas también se relacionan de manera clara con la intensidad de una onda. Basta con examinar con detención la ecuación para la

<sup>7</sup> Ministerio de Educación, “Química/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, II Medio...” (1999), p. 10.

intensidad de éstas para descubrir que *todas las alternativas propuestas son correctas* (véase análisis detallado de esta pregunta en el anexo 3).

Respecto a las preguntas de respuesta graduada, la comisión no cree que existan fundamentos técnicos que avalen la aplicación de este tipo de preguntas<sup>8</sup>.

De partida, el hecho de que este tipo de preguntas sea una innovación trae consigo una serie de dificultades para los profesores, que no están preparados para enseñarlas a sus alumnos. La preparación de los profesores para enfrentar la enseñanza de este tipo de preguntas requeriría de una capacitación especial técnico-práctica que no se ha realizado ni en las universidades ni en los liceos, colegios u otros centros de estudio. Tampoco se han implementado cursos de perfeccionamiento concernientes al tema. Por consiguiente, los postulantes tampoco tienen una práctica viable para contestarlas correctamente.

La experiencia docente nos enseña que todo instrumento de evaluación debe ser conocido, probado y reconocido por los participantes del proceso educativo, para que sea válido y dé la seguridad de que el producto o resultado es justo. En caso de no cumplirse cabalmente los requerimientos que debe tener un instrumento, pudiera suceder, por ejemplo, que el postulante crea que una de las respuestas es más correcta que otras, no porque su contenido sea más completo, sino porque la alternativa está redactada de manera más adecuada.

También hay casos como el de la pregunta 9 parte II del modelo SIES<sup>9</sup>, donde se asigna puntaje parcial a alternativas que contienen una parte de su información correcta y otra parte errada. Esto no es aceptable ya que los procesos científicos deben entenderse como procesos globales, y un error en cualquiera de sus etapas implica que el proceso global no ha sido comprendido. Por lo tanto, la confección de preguntas graduadas exige un cuidado muy especial, el que no se ha tenido, aparentemente, en este modelo.

Respecto a las limitaciones que traen consigo las preguntas de respuestas graduadas, se ha demostrado que el diseño de éstas debe ser sumamente cuidadoso para no caer en un error lógico que permita que los alumnos respondan la pregunta sin necesidad de acudir al enuncia-

---

<sup>8</sup> El tema de las preguntas graduadas ha perdido importancia desde que se decretó que éstas no se aplicarían en las pruebas de admisión universitaria del 2003 (véase declaración pública del Consejo de Rectores, publicada el 29 de agosto de 2002 en *La Segunda*). Sin embargo, el tema no está agotado ya que aún existe la posibilidad de que estas preguntas sean implementadas en alguna fecha posterior. Es por ello que el análisis crítico de estas preguntas sigue siendo válido.

<sup>9</sup> La pregunta está reproducida en el Anexo 1 de este informe.

do<sup>10</sup>. Las preguntas 1, 2, 4, 6, 7, 8, 12 y 13 de la parte II del modelo analizado son susceptibles, en mayor o menor grado, a un manejo de esta índole. Es importante notar que estamos hablando de más de un 57% de las preguntas de la parte II, con lo que el problema no es despreciable. Respecto a este inconveniente, una de las primeras medidas que debiera tomar el SIES (si es que insiste en mantener este cuestionable formato de preguntas), es la total eliminación en la parte II de la prueba de las preguntas de asociación (aquellas con tres o más aseveraciones, cuyas alternativas presentan combinaciones de éstas). Las preguntas de asociación, en el marco de alternativas graduadas, son *siempre* susceptibles de ser respondidas mediante “descarte estratégico”. En consecuencia, este tipo de preguntas no debe usarse en la parte II del SIES. Sin embargo, las preguntas de asociación, en un marco tradicional de preguntas dicotómicas, son altamente valoradas por los docentes de las ciencias para medir de manera adecuada la comprensión de conceptos científicos, por lo que resultaría una gran pérdida el hecho de que fuesen abandonadas para preservar la sección de preguntas de respuesta graduada.

Desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias las opciones de respuesta graduada resultan confusas, incitan al conformismo y estimulan la mediocridad en los estudiantes. No es bueno que existan dos o más respuestas correctas, con diferente puntaje, pues la respuesta seleccionada no permitirá una valoración adecuada, ya que el estudiante se conformará con elegir una respuesta correcta sin que necesariamente sea la mejor.

Este incentivo al descuido se ve aumentado al leer las instrucciones para contestar las preguntas que trae el modelo. Es inaceptable que los alumnos se preparen para responder las preguntas según las instrucciones “Trate de contestarlas en el menor tiempo posible”<sup>11</sup>. Este mensaje lleva a una contradicción, especialmente en el caso de las respuestas graduadas, pues éstas supuestamente requerirían de mayor reflexión. Además, por la experiencia de trabajo de muchos años, hemos verificado que el alumno(a) de hoy se contenta con responder sin exigirse al máximo. Al pedírsele rapidez, este alumno se conformará con marcar una alternativa que le dé tan solo cierta seguridad. El proyecto SIES no tiene claro el tiempo que durará cada prueba ni el número de preguntas que contendrá. A pesar de que la comisión considera razonable por razones prácticas que exista un límite de tiempo para contestar la prueba, éste debe ser determinado de manera sufi-

---

<sup>10</sup> Véase F. Dussailant, “Comportamiento Estratégico y Respuestas Graduadas en el SIES” (2002).

<sup>11</sup> Véase SIES, Proyecto Fondef, Modelo de Prueba SIES (2002), pp. 6 y 16.

cientemente holgada. Es importante que el estudiante tenga el incentivo, durante la prueba, de pensar detenidamente en cada una de las respuestas que da. Una prueba que enfatiza la rapidez está mandando una señal equívoca que tenderá a distorsionar las prioridades de los alumnos. En las materias científicas al menos, esto es inaceptable.

#### 1.4. Las pruebas específicas y las ciencias

¿Cuál es la razón que lleva a medir a los alumnos en tantas asignaturas sin permitirles la elección de un área de profundización? El argumento es que esta prueba de selección incentivaría el aprendizaje en todos los sectores curriculares medidos. Sin embargo, éste es un incentivo casi perverso, ya que el resultado final será un alumno con un barniz en los más variados temas, pero que probablemente no conoce en profundidad ninguno, ni es capaz de integrar conocimientos ni razonar en base a ellos. No debemos olvidar que, aun sin prueba de selección obligatoria en seis ramos, existe un incentivo poderoso para que los alumnos estudien sus materias escolares: las notas. El solo hecho de que se ponderen las notas de la enseñanza media para la entrada a la universidad es estímulo suficiente para que los estudiantes aprendan todas las materias impartidas durante la educación media<sup>12</sup>. Lo que sí logra el SIES con su actual esquema es eliminar el incentivo a profundizar durante los años escolares en aquellas áreas de especial interés para cada estudiante<sup>13</sup>.

La comisión decidió hacer un estudio de las pruebas de conocimientos específicos (PCE), vigentes hoy en día, para contrastarlas con el SIES. A continuación se exponen las conclusiones de este análisis.

##### 1.4.1. Física

La sección de Física de la maqueta de prueba SIES que conocemos contiene 11 problemas. En estos problemas no aparecen datos numéricos relevantes para encontrar las respuestas y ninguno de ellos contiene gráficos como parte del enunciado o de las respuestas. Esta carencia impide

---

<sup>12</sup> En ese sentido, parecería más razonable estudiar en profundidad la posibilidad de aumentar la ponderación de las notas a la entrada de la universidad, en vez de hacer un cambio tan radical en el instrumento de selección. No hay que perder de vista, eso sí, que encontrar la ponderación óptima de las notas para el ingreso a la universidad no es tarea fácil. Hay una serie de efectos no deseados (inflación de notas, competencia en la sala de clases, etc.) que deben ser tomados en consideración al hacer la evaluación.

<sup>13</sup> Véase A. Donoso, "Plan de Estudios y Educación Diferenciada" (2002).

evaluar el aspecto cuantitativo de la disciplina y no arroja luces acerca de la capacidad de análisis de los estudiantes evaluados.

Los problemas no presentan ninguna situación en la que los evaluados deban aplicar el método científico o utilizar razonamiento alguno. Las preguntas consideradas no permiten medir las habilidades intelectuales de nivel superior tales como análisis, integración o transferencia.

Por otro lado, las preguntas de la prueba de conocimientos específicos de Física (PCE-F) hacen énfasis en evaluar las capacidades de comparación, cálculo, reflexión y elaboración de modelos que están virtualmente ausente en el SIES.

A continuación presentamos una pregunta del SIES y una pregunta de la PCE-F, para permitir una comparación de enfoques. Las alternativas correctas se marcan con ✓.

SIES. Pregunta N° 17, Parte I

¿Cuál de los siguientes descubrimientos se atribuye a Georg Simon Ohm?

- A. Al circular corriente por un conductor, este se calienta.
- B. En un circuito la razón entre el voltaje y la intensidad de corriente resulta constante en determinados rangos. ✓
- C. Alrededor de un conductor que porta corriente aparece un campo magnético.
- D. Sobre un conductor que porta corriente actúa una fuerza cuando está inmerso en un campo magnético.
- E. Al mover un conductor en un campo magnético se produce —en el conductor— una diferencia de potencial.

Las cinco alternativas a esta pregunta representan verdades desde el punto de la física. Lo que intenta medir esta pregunta es tan sólo si el alumno asocia una ley a su descubridor, no si es capaz de evaluar la veracidad o falsedad, desde el punto de vista de la física, de un enunciado dado. Aquí claramente *no* se está cumpliendo con lo expuesto en los planes y programas del Ministerio. Allí se dice explícitamente que “la evaluación y la posterior calificación de los estudiantes deben reflejar aprendizajes significativos, es decir, medir la capacidad de análisis en base a lo aprendido, la comprensión de los fenómenos observados, etc. En ningún caso, cuantificar la capacidad de memorizar de los jóvenes, ni tampoco sus habilidades matemáticas”<sup>14</sup>.

En contraposición a lo anterior, la siguiente pregunta de la prueba específica prioriza la comprensión antes que la identificación del nombre de una ley.

<sup>14</sup> Ministerio de Educación, “Física/Ciencias Naturales, Programa de Física, I Medio...” (1998), p. 11.

PCE-F. Pregunta 11. Facsímil de Física 2002<sup>15</sup>

Para determinar el momentum  $p$  (cantidad de movimiento) de un cuerpo, en un cierto instante, es suficiente conocer

- A. Su velocidad y masa ✓    B. Su rapidez y masa    C. Su masa y aceleración  
D. Su aceleración y rapidez    E. Su masa y la magnitud de su aceleración.

En esta pregunta lo que interesa es el concepto y no la nomenclatura. Incluso se da una pequeña definición de “momentum” para el alumno que no recuerda bien el término. Lo que sí interesa aquí es el manejo que el estudiante tiene del concepto de *momentum*, incluyendo el hecho de que éste corresponde a una magnitud vectorial y que está relacionado con la masa y la velocidad.

Luego de su análisis, la subcomisión de física concluye que la prueba de conocimientos específicos de física, a pesar de requerir ciertos ajustes, es definitivamente un mejor instrumento de admisión universitaria que el SIES. La calidad de las preguntas de la PCE-F es mejor y se observa un énfasis en la medición de conocimientos de verdad relevantes para carreras de ciencias o ingeniería. Además, la PCE-F incentiva implícitamente la educación diferenciada, incentivo que se pierde completamente con el modelo SIES.

#### 1.4.2. Biología

La subcomisión de Biología realizó un análisis de las preguntas aparecidas en el modelo de prueba SIES. En la parte I, de las siete preguntas propuestas en biología no aparece ninguna que sea satisfactoria. Dos de las preguntas (Nº 6 y 10) son buenas pero demasiado básicas. Una pregunta (la Nº 1) es francamente inadecuada y otra (la Nº 2) está mal formulada. Hay sólo dos preguntas razonables (las Nº 13 y 14) pero que están incompletas, y son mejorables en su redacción. La última (Nº 15) está completamente invalidada.

En la segunda parte hay seis preguntas de las cuales hay una (Nº 10) satisfactoria, cuatro mejorables (Nº 1, 4, 5 y 8) y una invalidada (Nº 9).

A continuación mostramos, como ejemplo, la pregunta 15 de la parte I. Esta pregunta está invalidada debido a que todas las alternativas son ambiguas.

<sup>15</sup> Facsímil disponible en [www.paa.cl](http://www.paa.cl), que corresponde a las preguntas publicadas por el DEMRE en el diario *La Nación* el año 2002.

SIES. Pregunta N° 15, Parte I:

¿Cuál de las siguientes opciones describe el concepto de *evolución biológica*?

- A. Se crean especies más complejas.
- B. Las especies se generan en forma espontánea.
- C. El número total de especies aumenta.
- D. Las mutaciones genéticas aumentan la diversidad específica.
- E. Las especies se originan a partir de otras especies. ✓

La ambigüedad de las alternativas se observa, por ejemplo, en la alternativa B, donde la palabra “espontánea” se podría asociar al hecho de que las mutaciones son espontáneas en la naturaleza. Por otra parte, la evolución no es necesariamente positiva. Ninguna de las alternativas presentadas define o describe evolución biológica.

Con respecto a la prueba de conocimientos específicos de Biología (PCE-B) del año 1998 se observa lo siguiente. De las cincuenta preguntas analizadas, al menos treinta y dos (64%) son preguntas adecuadas. Hay cuatro preguntas (8%) (N° 18, 23, 29 y 36) con errores importantes y las restantes necesitan ser mejoradas, ya que contienen errores en la formulación o son irrelevantes. En el Anexo 2 se incluyen los comentarios a las preguntas objetadas en esta prueba.

Como conclusión general, la subcomisión de biología concluye que la prueba SIES es de calidad marcadamente inferior a la PCE-B, aunque esta última debería someterse a más revisiones. La subcomisión de biología también revisó las pruebas norteamericanas ACT (de razonamiento científico) y SAT II, y considera que éstas podrían ser una buena fuente de preguntas para las pruebas de admisión a las universidades chilenas. El SAT II toca un amplio espectro de temas y es una prueba mucho más enfocada a la experimentación. Ejemplos de preguntas del ACT se pueden ver en la sección 2.3 (p. 375 ss.) de este informe. Ejemplos de preguntas del SAT II de Biología se pueden ver en la sección 2.4 (p. 384 ss.).

Respecto a la cobertura temática de las pruebas, es la opinión de la subcomisión que para efectos de admisión universitaria es preferible considerar una prueba optativa que cubra la materia de la educación diferenciada, a una prueba obligatoria que cubra el currículo mínimo. La comisión considera necesario que los estudiantes interesados en esta disciplina tengan incentivos para profundizar en ella durante la educación media. De esa manera, los futuros estudiantes de medicina, biología y carreras afines serán seleccionados mediante un instrumento eficiente y tendrán incentivos ciertos para llegar a la universidad con una preparación adecuada.

### 1.4.3. Química

En química se concluyó que la prueba SIES está más conectada a la vida diaria que la prueba de conocimientos específicos de Química (PCE-Q), y contiene preguntas que abarcan diversos niveles de conocimiento. Sin embargo, la mayoría de sus preguntas son excesivamente sencillas y poco elaboradas, sin observarse ningún énfasis claro en el razonamiento o integración de conocimientos. Se observa una ausencia total de problemas numéricos. Se consideró que en general las preguntas de química del SIES no miden al alumno que tiene la mejor preparación para enfrentar estudios avanzados de química.

Ejemplo de una pregunta objetada del SIES de química es la que sigue. Esta pregunta es de respuesta graduada, por lo que la alternativa de puntaje máximo se denota por ✓✓ y la semicorrecta por ✓.

SIES. Pregunta N° 14, Parte II

El vidrio y el plástico son materiales ampliamente usados en envases y poseen ventajas comparativas diferentes. ¿Qué opción presenta de manera más completa algunas ventajas comparativas del vidrio o del plástico como material para la fabricación de envases?

- A. El vidrio es, en general, más higiénico y soporta más reciclaje. ✓✓
- B. A diferencia del plástico, el envase de vidrio no genera desechos cuando se elimina en vertederos.
- C. El costo de producción y transporte de envases de vidrio es menor.
- D. La materia prima para la fabricación de envases de plástico es abundante, barata y proviene de un recurso renovable.
- E. El envase de vidrio no libera sustancias que puedan alterar el contenido. ✓

La pregunta anterior mide un conocimiento irrelevante para el estudio de la química, y tiene una relación tan sólo indirecta con los programas del Mineduc. La respuesta de puntaje máximo y la semicorrecta son, además, equivalentes. No queda claro cuál fue el criterio para determinar cuál de ellas describe ventajas más relevantes, por lo que la decisión involucra claramente un juicio subjetivo<sup>16</sup>. Además, la redacción de la pregunta delata en parte la respuesta: el enunciado pregunta por “algunas ventajas”, con lo que B y E pueden ser descartadas inmediatamente.

En el análisis del facsímil de la PCE-Q se concluyó que esta prueba tiene preguntas en general de aplicación, y es bastante cuantitativa, lo que

<sup>16</sup> Claramente “higiénico” no es lo mismo que “liberar sustancias”, por lo que no puede aducirse que la alternativa de puntaje máximo “contiene” a la semicorrecta.

es positivo por cuanto no hay ciencia sin matemática. Sin embargo, se echa de menos un mayor nivel de razonamiento en los ejercicios. Para la resolución de sus problemas se requiere de muchas fórmulas, y en general se observa en esta prueba una tendencia a la mecanización de procedimientos. La comisión consideró que la prueba es un poco árida.

Ni la PCE-Q ni la prueba SIES fueron consideradas idóneas para el área de la química. Ninguna de las dos pone verdadero énfasis en el razonamiento, el sentido común y la relación de conocimientos. Debido a lo anterior, la comisión propone una serie de sugerencias para la confección de buenas preguntas de química.

- Poner el énfasis en preguntas que tengan que relacionar dos o más conceptos.
- Incluir preguntas que involucren el uso de tablas de datos o gráficos sencillos.
- Incluir preguntas relacionadas con experimentos sencillos.
- En general utilizar preguntas de razonamiento y no de memorización de definiciones.
- Incluir preguntas que requieran de algún tipo de cálculo sencillo.

En el ACT y SAT II de química se encuentran preguntas de más calidad que en la PCE o en la prueba SIES. Algunos ejemplos de preguntas de estas pruebas se pueden ver en la sección 2.3, p. 382 ss. (ACT) y en la sección 2.4, p. 388 ss. (SAT II), de este documento.

### **1.5. Análisis de los tiempos requeridos para cubrir los CMO en ciencias**

Las subcomisiones de Biología y Química analizaron del tiempo requerido para enseñar las materias de 1° Medio (Química) y 2° Medio (Biología) según los Programas del Ministerio. (El análisis en detalle se presenta en los Anexos IV [Biología] y V [Química], del *Documento de Trabajo* N° 342, 2002).

Es necesario aclarar que los análisis se realizaron bajo supuestos muy conservadores. *No* consideraron el tiempo requerido para evaluaciones del aprendizaje ni para reforzamientos, ni se tomaron en cuenta los ritmos de aprendizaje de los alumnos ni el número de alumnos por sala. Tampoco se consideraron las horas perdidas por feriados, actividades culturales, salidas a museos de otros subsectores, jornadas de sexualidad y drogadicción, fiestas de aniversario y patrias, actos cívicos, etc., ni el tiempo asignado a

trabajos en el laboratorio o salidas a terreno para tratar algunos contenidos. A su vez, los análisis se hicieron bajo el supuesto de que la profesora se enfrentaba a un curso disciplinado, con alumnos interesados en el tema y capaces de absorber adecuadamente lo que se les estaba enseñando.

Debe quedar claro que los análisis *no* siguieron recomendaciones pedagógicas como la que se presenta a continuación: “[...] se propone combinar de manera adecuada las clases expositivas con estrategias tales como: visitas a industrias, estudio de casos sobre problemas reales de la sociedad, visualización de videos, charlas y conversaciones con especialistas en determinados contenidos, uso de modelos tridimensionales, demostraciones, debates, realización de proyectos individuales y colectivos, investigaciones y experiencias de laboratorio”<sup>17</sup>. Al contrario, para hacer más eficiente el uso del tiempo, se evitó la introducción de actividades extraordinarias que no tuviesen un impacto importante en la cantidad de contenidos presentados a los alumnos. En ese sentido, se supuso un estilo pedagógico que pone más énfasis en la cantidad de conocimientos entregados que en la calidad de la entrega de éstos.

A continuación presentamos un resumen de ambos estudios. El tiempo necesario para realizar las actividades propuestas por el Ministerio corresponde a un total de 113,5 horas pedagógicas en el caso de Biología, y 100 horas pedagógicas en Química. Según el Ministerio, en el 2002 las materias del año escolar deberían ser organizadas en un máximo total de 40 semanas<sup>18</sup>. En la mayoría de los establecimientos municipales y particulares subvencionados se dispone de dos horas pedagógicas semanales para cada uno de estos subsectores, por lo que se contaría con un total de 80 horas pedagógicas anuales para enseñar cada programa. Como se puede ver, existe una brecha de 33,5 horas pedagógicas necesarias para terminar con el plan de estudio en el caso de biología. En química, la brecha de 20 horas pedagógicas es también significativa. El Ministerio estaría asignando sólo un 70% de las horas necesarias para cubrir todos los contenidos de biología y un 80% de las horas necesarias para cubrir los contenidos de química.

Si al anterior cálculo se agregan dos evaluaciones escritas de 50 minutos para cada una de las unidades temáticas<sup>19</sup>, se añaden automática-

---

<sup>17</sup> Ministerio de Educación, “Química/Ciencias Naturales, Programa de Estudios, I Medio...” (1998), p. 9.

<sup>18</sup> Ministerio de Educación, Resolución Exenta N° 4421 del 23 de noviembre de 2001, que fija el calendario escolar 2002 para la Región Metropolitana.

<sup>19</sup> Dos evaluaciones por unidad son el mínimo aceptable. Es imposible pensar que sólo se harán evaluaciones escritas una vez finalizada cada unidad, pues es necesario también evaluar el proceso, tal y como está contemplado en la Reforma.

mente 11 horas pedagógicas en biología y 13,3 en química. Con ello el porcentaje de cobertura disminuye a 64% en biología y 71% en química. No estamos considerando aquí el tiempo requerido para —de detectarse que el aprendizaje no fue satisfactorio— reforzar los puntos débiles y volver a evaluar. Tampoco se ha considerado el tiempo requerido para la entrega de dicha evaluación, con el respectivo análisis y corrección por parte de los alumnos.

Si los profesores, como se ha comprobado en esta sección, pueden pasar como máximo un 70% de los programas ministeriales, ¿cuáles contenidos de ese 70% serán los considerados para confeccionar las pruebas de ingreso a las universidades? ¿Cuál es el criterio para que cada profesor determine qué contenidos privilegiar sobre otros menos importantes? ¿Se debe enseñar primero lo que aparece al principio del programa del Ministerio y dejar de lado las últimas unidades? ¿O es preferible enseñar la primera parte de cada unidad, dejando sin enseñar las últimas secciones de cada una de ellas? Las respuestas a esas preguntas son esenciales para asegurar que todos los estudiantes del país lleguen a rendir las pruebas con los mismos conocimientos. De no ser así, habrá algunos jóvenes en franca desventaja no por descuido personal, sino porque no tuvieron un profesor visionario que supiera jerarquizar los contenidos mínimos de la misma manera que los encargados de confeccionar las pruebas<sup>20</sup>.

Es de radical importancia que el tema de los tiempos necesarios para enseñar los programas sea estudiado en profundidad y plenamente considerado al momento de diseñar un instrumento de admisión a las universidades que esté ligado al currículo. La comisión considera fundamental que el tema sea resuelto en su totalidad *antes* de implementar el instrumento.

## 2. SUGERENCIAS DE LA COMISIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE LAS NUEVAS PRUEBAS DE ADMISIÓN A LAS UNIVERSIDADES

La nueva configuración de las pruebas de admisión a las universidades (PAT) indica que todos los alumnos deberán rendir obligatoriamente ya sea una prueba de ciencias o una de historia. Estamos hablando del diseño de una prueba más o menos masiva y obligatoria, que mida los contenidos fundamentales de la disciplina elegida. En el caso de las ciencias, más que un conocimiento detallado de las materias, esta prueba debiera medir la

---

<sup>20</sup> A pesar de que no se hizo un análisis detallado en este caso, el subsector de física también considera que los CMO (contenidos mínimos obligatorios) son imposibles de enseñar en su totalidad en un año escolar, ya que en la mayoría de los casos sólo se dispone de dos horas pedagógicas semanales de clases.

capacidad de razonamiento científico de los estudiantes. Esto se traduce en pruebas que principalmente apunten a evaluar si el estudiante está familiarizado con las herramientas de la investigación científica, si es capaz de realizar inferencias a partir de gráficos y tablas, si es capaz de entender diagramas y si ha internalizado el método científico. Más que memorización de detalles puntuales, la prueba debe medir la familiaridad que tiene el estudiante con los conceptos básicos y elementales de la ciencia y el método científico.

Si las universidades considerasen necesario identificar más finamente a los postulantes de acuerdo con sus conocimientos avanzados de ciencias, se sugiere que se establezcan pruebas de conocimientos específicos (PCE) optativas. Sin embargo, se recomienda que en estas pruebas haya una división definitiva de las distintas ciencias (es decir, que haya una prueba de Física, otra de Química y otra de Biología) para que los estudiantes con intereses científicos tengan incentivos durante la enseñanza media para profundizar al máximo en sus áreas de mayor interés pudiendo desvincularse de otros temas que les interesen menos.

La comisión de ciencias espera que tanto la Prueba General de Ciencias (PGC) como las PCE sean diseñadas a partir de modelos internacionalmente probados. El modelo SIES no es adecuado para la prueba de conocimientos generales, y las actuales PCE, en especial las de química y biología, adolecen de una serie de defectos que deberían ser corregidos. Es importante dejar claro que la comisión rechaza terminantemente cualquier intento de incluir preguntas de respuesta graduada en una prueba de ciencias.

## 2.1. Prueba General de Ciencias (PGC)

Se sugiere que esta prueba de ciencias obligatoria se diseñe usando como modelo las preguntas del examen ACT impartido en los Estados Unidos. Este tipo de prueba supone exponerse a un currículo de ciencias pero no a un programa específico, lo que evitaría los problemas con los diversos enfoques de la enseñanza de las ciencias<sup>21</sup> que genera una prueba como el SIES. Las preguntas del ACT están referidas al currículo pero fomentan el razonamiento<sup>22</sup>. Sin embargo, el estudiante no necesita domi-

---

<sup>21</sup> Véase, por ejemplo, N. Mayorga, "El impacto del SIES: Física" (2002).

<sup>22</sup> En el esquema de una prueba de razonamiento científico habría que estudiar hasta qué punto es razonable utilizar el modelo actual del SIES o la PAT, donde todas las ciencias son obligatorias hasta 2° medio y luego se opta por sólo una para 3° y 4° medio. El hecho de que el ACT no enfatice la memorización de conocimientos puntuales permite una flexibilidad mucho mayor.

nar a cabalidad conocimientos científicos específicos, ya que éstos le son entregados en los enunciados de cada pregunta.

En el modelo ACT, varias preguntas son construidas alrededor de un tema común. Para la PGC la comisión recomendaría desarrollar nueve temas, cada uno de ellos con alrededor de siete preguntas. Los temas pueden referirse puramente a alguna de las subdisciplinas consideradas, o pueden ser transversales e incluir de alguna manera contenidos de dos o más de éstas.

## 2.2. Pruebas de Conocimientos Específicos (PCE)

La comisión sugiere que se elabore una prueba de conocimientos específicos de Física, otra de Química<sup>23</sup> y otra de Biología (PCE-F, PCE-Q, PCE-B), con carácter optativo, que podrían ser requeridas por las carreras universitarias afines con dichas disciplinas<sup>24</sup>.

Las PCE deberían ser confeccionadas de manera cuidadosa y cubrir la materia tanto del currículo mínimo como del diferenciado del Ministerio de Educación. Las preguntas deben ser diseñadas de una manera lo más acorde posible con los objetivos de la reforma educacional. Para estas pruebas se hacen las siguientes sugerencias generales:

- Las preguntas deben medir conocimientos *relevantes* para cada disciplina en particular.
- Al menos una porción de las preguntas debiera requerir la utilización de herramientas matemáticas sencillas para su resolución. Lo anterior es especialmente importante en el caso de la PCE-Q y la PCE-F. Es importante que los estudiantes aprendan a reconocer a las matemáticas como una herramienta esencial para la investigación científica. Al respecto, se sugieren preguntas para cuya resolución se requiera formular ecuaciones simples, hacer algunos cálculos aritméticos, confeccionar y leer tablas o gráficos, etc.
- Es indispensable que se haga alusión en las preguntas a contextos de investigación científica. Al menos algunas preguntas debieran refe-

---

<sup>23</sup> La subcomisión de química fue la única en la que no hubo unanimidad respecto a la idea de sugerir la implementación de una prueba de conocimientos específicos optativa. Eduardo Lissi no cree que la idea sea buena, basándose principalmente en dudas sobre su impacto en el factor equidad.

<sup>24</sup> Probablemente una facultad de medicina estaría interesada en alumnos que rindiesen la PCE-B, mientras que una facultad de ingeniería daría una cierta ponderación a la PCE-F.

rirse a situaciones experimentales y debieran medir conceptos relacionados con una comprensión adecuada del método científico.

- A pesar de que en las PCE algunas preguntas pudieran ser simplemente definiciones, para establecer si el estudiante maneja cierta nomenclatura básica y conceptos fundamentales, es muy importante que la mayoría de las preguntas apunten a procesos intelectuales superiores, como por ejemplo la aplicación de conceptos, la integración de ideas y la asociación. Lo anterior es extremadamente importante para mejorar las posibilidades de un desempeño estudiantil exitoso en la educación superior.
- Las pruebas PCE deben ser confeccionadas a partir de una grilla definida de contenidos. El estudiante no sólo debe tener claro cuáles materias entran en la prueba, sino también debe saber en qué proporción se preguntará una materia con respecto a las otras<sup>25</sup>. Lo anterior permitirá que los profesores y estudiantes de educación media puedan priorizar de manera adecuada los contenidos. Así se evita que el azar tenga demasiada incidencia en el tipo de conocimientos con los que cada estudiante llega a rendir la prueba.
- Se recomienda enfáticamente que las PCE se basen en un modelo internacional de comprobada trayectoria como lo es el SAT II.

A continuación se presentan algunos ejemplos de preguntas de los exámenes ACT y SAT II, que han servido de base para nuestra propuesta.

### 2.3. Ejemplos de preguntas para la Prueba General de Ciencias

En cada pregunta se señala la alternativa correcta con el símbolo ✓.

#### Ejemplo 1. Física<sup>26</sup>

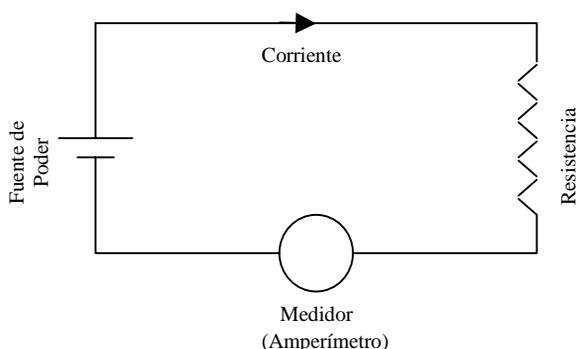
Los componentes de un circuito eléctrico están caracterizados por 3 cantidades básicas: Corriente (I) en Amps., Resistencia (R) en Ohms, y

<sup>25</sup> Por ejemplo, la prueba SAT II de física tiene la siguiente configuración temática: Mecánica 30%-38%; Electricidad y Magnetismo 22%-26%; Ondas 15%-19%; Calor, Teoría cinética y Termodinámica 8%-12%; Física moderna 8%-12% y Misceláneo 2%-4%. Esta prueba también ha sido segmentada según el nivel de aplicación de conceptos. Entre un 20% y un 33% de ella corresponde a memoria; entre un 40% y un 53% a problemas que consideran el manejo de un solo concepto; y entre un 20% y un 33% a problemas que consideran la integración de múltiples conceptos (véase The College Board, *Real SAT II: Subject Tests*, 2000, pp. 307-309).

<sup>26</sup> Tomado de Act, *Getting into the ACT, Official Guide to the ACT Assessment* (1997), pp. 154-155.

Voltaje (V) en Volts. La *corriente* es la tasa de flujo de las cargas, la *resistencia* es análoga al roce, es decir, resiste el flujo de corriente a través de un circuito. El *voltaje* es la energía por unidad de carga que se pierde o gana al pasar a través de algún componente del circuito. Cuando una carga encuentra resistencia, la energía eléctrica se transforma en calor.

Para descubrir las relaciones entre corriente, resistencia, voltaje y pérdida de calor en un circuito, los estudiantes realizaron experimentos utilizando el circuito simple de la figura.



*Experimento 1:* Una resistencia constante de 50 ohms se insertó en el circuito. Se varió el voltaje de la fuente de poder y se midió el flujo de corriente resultante (véase tabla 1.A.).

Tabla 1.A.	
Voltaje (volts)	Corriente (amps)
10	0.2
20	0.4
30	0.6
40	0.8
50	1.0

*Experimento 2:* La resistencia de 50 ohms fue impermeabilizada y sumergida en un recipiente de agua aislado térmicamente. El voltaje de la fuente de poder fue variado para producir corrientes constantes a través de la resistencia. En cada ensayo, una corriente diferente fue dejada circular a

través de la resistencia por 15 minutos, y a continuación se midió el aumento de temperatura del agua (véase tabla 1.B.). La temperatura inicial del agua fue de 25° C en todos los ensayos.

Tabla 1.B.	
Corriente (amps)	Aumento de Temperatura (°C)
0.0	0.0
0.2	0.9
0.4	3.4
0.6	7.7
0.8	13.8
1.0	21.5

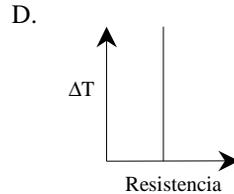
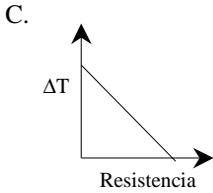
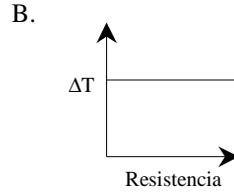
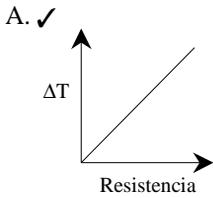
*Experimento 3:* En este experimento, varias resistencias fueron sumergidas individualmente en el agua por 15 minutos (igual que en el experimento 2). Esta vez, la corriente se mantuvo constante a 1.0 amp. Se midió el aumento de temperatura del agua (véase tabla 1.C.) La temperatura inicial del agua fue siempre 25°C.

Tabla 1.C.	
Resistencia (ohms)	Aumento de Temperatura (°C)
10	4.3
20	8.6
30	12.9
40	17.2
50	21.5

PREGUNTA 1: En el experimento 3, el ensayo que mejor respalda los resultados del experimento 2 fue aquel en que se usó una resistencia de

- A. 20 ohms
- B. 30 ohms
- C. 40 ohms
- D. 50 ohms ✓

PREGUNTA 2: ¿Cuál de los siguientes gráficos de resistencia versus aumento de temperatura muestra mejor los resultados del experimento 3?



PREGUNTA 3: Si una corriente de 1.2 amps hubiese circulado a través de la resistencia del experimento 2, ¿cuál de los siguientes aumentos de temperatura hubiera probablemente ocurrido?

- A. 1.2° C
- B. 22.5 °C
- C. 31.0 °C ✓
- D. 53.4 °C

PREGUNTA 4: En el experimento 2, la razón para mantener constantes la resistencia y el tiempo en los diferentes ensayos fue que

- A. La corriente debía ser mantenida por debajo de un nivel peligroso.
- B. La relación entre resistencia y tiempo podía ser evaluada.
- C. La relación entre corriente y cambio de temperatura podía ser evaluada. ✓
- D. Los resultados podían ser comparados con los del experimento 1.

PREGUNTA 5: ¿Cuál de las siguientes hipótesis fue estudiada en el experimento 1?

- A. La corriente está directamente relacionada con la resistencia.
- B. La corriente está directamente relacionada con el voltaje. ✓
- C. El aumento de temperatura está directamente relacionado con la corriente.
- D. El aumento de temperatura está directamente relacionado con la resistencia.

## Ejemplo 2. Biología<sup>27</sup>

Muchos individuos de más de 45 años desarrollan *osteoporosis*, que hace que los huesos sean menos densos y es caracterizada por una pérdida neta de calcio en los huesos. Aunque la osteoporosis se da en hombres, es más común en las mujeres. Se han planteado varias hipótesis para explicar la aparición de osteoporosis.

*Hipótesis de la Dieta.* El calcio de los alimentos es absorbido hacia la corriente sanguínea por el intestino delgado. La vitamina D es necesaria en este proceso. La mayoría de las personas ingieren demasiado poco calcio y vitamina D en su dieta. En un estudio de individuos de entre 18 y 25 años, se demostró que la mayoría tenía niveles significativamente bajos de calcio en la sangre. Cuando estos individuos recibieron suplementos diarios de 1.500 mg. de calcio y 400 unidades de vitamina D, sus niveles de calcio en la sangre alcanzaron niveles normales. Cuando la dieta contiene niveles insuficientes de calcio y vitamina D, se debe recurrir a suplementos de ambos para evitar la osteoporosis.

*Hipótesis del Estrógeno.* Los *estrógenos* son hormonas producidas principalmente en los ovarios de las mujeres y, en mucho menor grado, en las glándulas adrenales de ambos sexos. Los *andrógenos* son hormonas producidas en los testículos en los hombres. Tanto estrógenos como andrógenos son importantes para depositar el calcio en los huesos. Los niveles de andrógenos en los hombres se mantienen relativamente constantes a lo largo de la vida. Los niveles de estrógenos en las mujeres disminuyen lentamente a partir de la *menopausia* (momento en que la mujer pierde su capacidad reproductora), que normalmente ocurre entre los 45 y 55 años. Como resultado, los huesos de las mujeres postmenopáusicas pierden calcio.

Científicos compararon la densidad ósea en cuatro grupos de mujeres postmenopáusicas. Cada grupo tomó un suplemento dietario. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.A.		
Grupo	Suplemento	Cambio en la Densidad Ósea
A	estrógeno	+2.3%
B	500 mg. calcio	-1.0%
C	Estrógeno + 500 mg. calcio	+2.3%
D	azúcar	-1.0%

<sup>27</sup> Traducido de Act, *Getting into the ACT, Official Guide to the ACT Assessment* (1997), pp. 392-393.

*Hipótesis del Ejercicio.* La falta de ejercicio resulta en una pérdida de calcio de los huesos, mientras que ejercicios regulares de levantamiento de pesas pueden incrementar la densidad ósea. Un estudio mostró que 8 semanas de entrenamiento con pesas endureció los huesos de mujeres postmenopáusicas y de hombres de más de 45 años de edad. Ocho semanas de natación no produjeron efecto alguno en la densidad ósea, ya que en ese caso el peso del cuerpo es sostenido por el agua. Ambos grupos mantuvieron la misma dieta alta en calcio. La ingesta de vitamina D no fue medida.

PREGUNTA 1: Para aceptar la evidencia presentada en la Hipótesis de la Dieta, se debe suponer que bajos niveles de calcio en la sangre son indicativos de

- A. Bajos niveles de calcio en los huesos. ✓
- B. Bajos niveles de estrógenos en los huesos.
- C. Altos niveles de vitamina D en los intestinos.
- D. Altos niveles de vitamina D en la sangre.

PREGUNTA 2: Una ventaja de la Hipótesis de los Estrógenos es que, de las tres hipótesis, es la que mejor explica por qué la osteoporosis es más común en el grupo de

- A. Hombres de más de 45 años (en vez de mujeres de más de 45 años).
- B. Hombres de más de 45 años (en vez de hombres de menos de 45 años).
- C. Mujeres de más de 45 años (en vez de hombres de más de 45 años). ✓
- D. Mujeres de menos de 45 años (en vez de mujeres de más de 45 años).

PREGUNTA 3: De acuerdo a la Hipótesis de los Estrógenos, las mujeres premenopáusicas cuyos ovarios hayan sido extirpados deberían exhibir

- A. Un aumento en el nivel de calcio de sus huesos.
- B. Un aumento del nivel de estrógenos en su sangre.
- C. Una pérdida gradual del nivel de calcio de sus huesos. ✓
- D. Una reducción gradual de los niveles de vitamina D en la sangre.

PREGUNTA 4: ¿Cuál de las siguientes críticas podrían hacer los partidarios de la Hipótesis de la Dieta sobre los resultados experimentales citados en la Hipótesis del Ejercicio?

- A. Demasiado calcio fue añadido a las dietas de los sujetos de ambos grupos.
- B. En ninguno de los grupos se monitoreó los niveles de vitamina D en la sangre de los sujetos. ✓
- C. Debieron haberse dado suplementos de estrógenos a ambos grupos de individuos.
- D. La osteoporosis es más común entre las mujeres premenopáusicas que entre las postmenopáusicas.

PREGUNTA 5: Suponiendo que al aumentar los niveles de calcio en la sangre aumenta la densidad ósea. ¿Cómo podrían los partidarios de la Hipótesis de los Estrógenos explicar los resultados experimentales presentados en la Hipótesis de la Dieta?

- A. Los sujetos probablemente tenían niveles de calcio en la sangre inferiores a lo normal.
- B. Los sujetos no realizaron ningún ejercicio de levantamiento de pesas.
- C. Los sujetos probablemente tenían niveles normales de estrógenos y andrógenos. ✓
- D. A los sujetos se les suplementó con una dosis demasiado baja de vitamina D.

PREGUNTA 6: ¿Cómo podrían los partidarios de la Hipótesis de la Dieta explicar los resultados para el grupo B en el experimento citado en la Hipótesis de los Estrógenos (Tabla 2.A.)?

- A. Este grupo no debió haber tomado suplementos de vitamina D.
- B. El calcio suplementado a la dieta era insuficiente para aumentar la densidad ósea. ✓
- C. Este grupo debió haber tomado suplementos de estrógenos para aumentar la densidad ósea.
- D. Se agregó demasiado estrógeno a la dieta de este grupo.

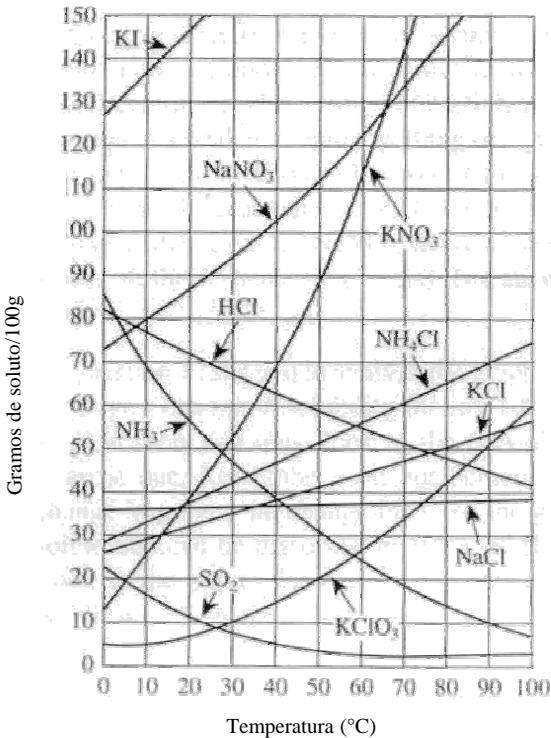
PREGUNTA 7: Los experimentos citados en la Hipótesis de los Estrógenos y la Hipótesis del Ejercicio son similares en que

- A. Se le dio al sujeto un suplemento de estrógeno.
- B. Se le dio al sujeto un suplemento de calcio.
- C. Se le dio al sujeto un suplemento de vitamina D.
- D. Las mujeres testeadas eran postmenopáusicas. ✓

### Ejemplo 3. Química<sup>28</sup>

La *solubilidad* es la medida de la cantidad de una sustancia que se disolverá en una cierta cantidad de agua ( $H_2O$ ) u otro líquido. La sustancia que se disuelve se llama *soluto* y el líquido en el que se produce la disolución es el *solvente*.

Las solubilidades se pueden mostrar en un gráfico llamado “curva de solubilidad”. La siguiente figura muestra la solubilidad en agua de varios solutos, a diferentes temperaturas:



PREGUNTA 1: Una solución está *saturada* a una cierta temperatura si contiene la máxima cantidad de soluto que puede disolver. ¿Qué cantidad de  $NaNO_3$  habría que disolver en 100g de  $H_2O$  a  $36^\circ C$  para obtener una solución saturada?

<sup>28</sup> Traducido de Act, *Getting into the ACT, Official Guide to the ACT Assessment* (1997), p. 150.

- A. 74 g.
- B. 87 g.
- C. 100 g. ✓
- D. 124 g.

PREGUNTA 2: De acuerdo a la figura, ¿cuál de los siguientes solutos exhibe el mayor cambio de solubilidad por cada 10°C de cambio en la temperatura?

- A. KI
- B. NaNO<sub>3</sub>
- C. HCl
- D. KNO<sub>3</sub> ✓

PREGUNTA 3: ¿Cuál de las siguientes alternativas explica, de manera consistente con los datos de la figura, la relación entre la solubilidad de los solutos y la temperatura?

- A. La solubilidad de la mayoría de los solutos aumenta cuando la temperatura disminuye.
- B. La solubilidad de la mayoría de los solutos aumenta cuando la temperatura aumenta. ✓
- C. La solubilidad de la mayoría de los solutos disminuye al mantener constante la temperatura.
- D. No existe relación entre la solubilidad de un soluto y la temperatura.

PREGUNTA 4: Según la información en la figura, ¿cuál de los siguientes solutos tiene mayor solubilidad a temperaturas inferiores a los 40°C?

- A. SO<sub>2</sub>
- B. HCl
- C. KNO<sub>3</sub>
- D. KI ✓

PREGUNTA 5: En cuatro vasos de precipitado, cada uno con 100g de H<sub>2</sub>O a 10°C, se agregan respectivamente 10g. De KNO<sub>3</sub>, 10g de KCl, 10g de NaCl y 10g de KClO<sub>3</sub>. ¿Cuál de estos solutos NO se disolverá completamente?

- A. KNO<sub>3</sub>
- B. KCl
- C. NaCl ✓
- D. KClO<sub>3</sub>

## 2.4. Ejemplos de preguntas para las PCE

A continuación entregamos algunos ejemplos de preguntas adecuadas para las PCE. Los ejemplos se han extraídos de facsímiles de las pruebas SAT II norteamericanas<sup>29</sup>. La alternativa correcta se marca con el signo ✓.

### Biología

PREGUNTA B1: ¿Cuál de las siguientes secuencias representa correctamente lo que ocurre en una célula durante la mitosis?

- I. Los cromosomas migran hacia los polos opuestos de la célula.
- II. La membrana nuclear desaparece.
- III. Los cromosomas se alinean a lo largo del ecuador de la célula.
- IV. Se separan las cromátidas de cada cromosoma.

- A. I, II, III, IV.
- B. I, II, IV, III.
- C. II, III, I, IV.
- D. II, III, IV, I. ✓
- E. III, IV, II, I.

PREGUNTA B2: ¿Cuál de los siguientes genotipos correspondería a los de una pareja que tiene cuatro hijos, cada uno de ellos con un grupo de sangre diferente?

- A. AA y BO
- B. AB y BO
- C. AO y AB
- D. AO y BO ✓
- E. AB y OO

PREGUNTA B3: En un tubo de ensayo se mezcla una solución de lactosa con una de lactasa. Después de 30 minutos a 37°C se determina que el tubo contiene lactosa, lactasa y cantidades iguales de glucosa y galactosa. ¿Cuál de las siguientes alternativas ofrece una interpretación razonable de esos datos?

- A. La lactosa y la lactasa se descomponen a 37°C.
- B. La lactosa consiste en unidades de monosacáridos de glucosa y galactosa. ✓

---

<sup>29</sup> Todas las preguntas fueron extraídas de College Board, *Real SAT II: Subject Tests* (2000).



- C. Tortuga y atún.
- D. Pato y conejo. ✓
- E. Levadura y moho del pan.

PREGUNTA B5: Los datos reportados en esta tabla demuestran que el citocromo c está presente en

- A. Sólo vertebrados.
- B. Sólo mamíferos e insectos.
- C. Animales y hongos. ✓
- D. Bacterias y virus.
- E. Eucariotes y procariotes.

PREGUNTA B6: ¿Cuál de las siguientes alternativas explica mejor por qué existen relativamente pocas diferencias en el citocromo c de los diversos organismos del cuadro?

- A. La mayor parte de las proteínas son las mismas entre miembros de esos grupos.
- B. La replicación de ADN no tiene errores.
- C. Todos los organismos sintetizan proteínas.
- D. Las reacciones respiratorias son ocurrencias evolucionarias recientes.
- E. Las reacciones respiratorias son similares en todos los eucariotes. ✓

PREGUNTA B7: En los seres humanos, la vejiga sirve para

- A. Concentrar la orina.
- B. Almacenar la orina. ✓
- C. Reabsorber ciertos minerales disueltos.
- D. Transformar urea en orina.
- E. Detoxificar ciertos componentes de la excreción.

## Física

PREGUNTA F1: Todas las siguientes son cantidades vectoriales excepto

- A. Fuerza
- B. Velocidad
- C. Aceleración
- D. Potencia ✓
- E. Momento

PREGUNTA F2: Una pelota negra de metal y una pelota negra de goma, ambas con el mismo radio, son calentadas a idénticas temperaturas. Una persona que toca las pelotas, una con cada mano, descubre que la de metal se siente más caliente al tacto. ¿Cuál de las siguientes alternativas entrega la correcta explicación de este fenómeno?

- A. La densidad del metal es más alta, por lo que la pelota de metal tiene una capacidad calorífica mayor.
- B. La masa de la pelota de metal es mayor, por lo que la energía térmica de la pelota de metal es mayor.
- C. La conductividad térmica del metal es mayor, por lo que la pelota de metal conduce el calor a la mano más rápidamente. ✓
- D. El calor específico del metal es menor, por lo que la energía térmica de la pelota de metal es mayor.
- E. La temperatura de fusión del metal es más alta, por lo que la pelota de metal puede absorber más calor de los alrededores.

PREGUNTA F3: Un satélite se mueve alrededor de la Tierra en círculos. Todas las fuerzas sobre el satélite, con la excepción de la fuerza de gravedad, son despreciables. La aceleración resultante de la fuerza de gravedad

- A. Es constante en magnitud y dirección.
- B. Es constante en magnitud, pero no en dirección. ✓
- C. Es cero.
- D. Produce un aumento de la rapidez del satélite.
- E. Produce una disminución de la rapidez del satélite.

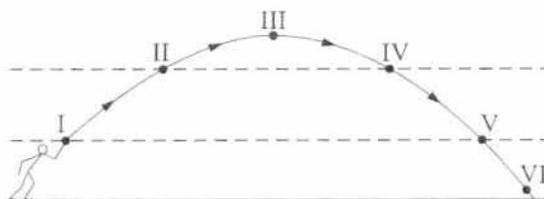
PREGUNTA F4: Dos cuerpos que se mueven en una superficie sin roce chocan. ¿Cuál de las siguientes alternativas es verdadera respecto a la conservación del momento y la energía cinética en la colisión?

	Conservación del Momento	Conservación de la Energía Cinética
A.	Siempre	Siempre
B.	Siempre	No siempre ✓
C.	No siempre	Siempre
D.	No siempre	No siempre
E.	No siempre	Nunca

PREGUNTA F5: Una fuente emite sonido con una frecuencia de  $7.0 \times 10^3$  hertz. Si la velocidad del sonido es  $3.5 \times 10^2$  metros por segundo, ¿cuál es la longitud de onda del sonido?

- A.  $4.1 \times 10^{-7}$  m
- B.  $5.0 \times 10^{-2}$  m ✓
- C.  $2.0 \times 10^{-1}$  m
- D.  $2.0 \times 10^5$  m
- E.  $2.5 \times 10^6$  m

PREGUNTAS F6 - F7: La figura siguiente muestra a un atleta lanzando una bala. Las líneas discontinuas son paralelas al terreno, que está perfectamente nivelado. Asuma que las fuerzas de fricción que actúan sobre la bala son despreciables.



PREGUNTA F6: La rapidez de la bala en el punto I, cuando deja la mano del atleta, es la misma que la velocidad en el punto

- A. II
- B. III
- C. IV
- D. V ✓
- E. VI

PREGUNTA F7: ¿Cuál de las siguientes aseveraciones respecto a la aceleración de la bala durante el vuelo es verdadera?

- A. La mayor aceleración se da en el punto II
- B. La mayor aceleración se da en el punto III
- C. La menor aceleración se da en el punto IV
- D. La menor aceleración se da en el punto V
- E. La aceleración es la misma en todos los puntos. ✓

### Química

(Para responder esta parte se debe entregar al estudiante una tabla periódica con información básica de cada elemento.)

PREGUNTA Q1: ¿Cuántos mililitros de hidróxido de sodio 0.200-molar deben ser agregados a una solución de 100 mililitros de ácido nítrico 0.100-molar para obtener una solución con pH 7.0?

- A. 10 ml.
- B. 25 ml.
- C. 50 ml. ✓
- D. 100 ml.
- E. 200 ml.

PREGUNTA Q2: ¿Cuál de las siguientes alternativas explicaría mejor algunas desviaciones de la idealidad observada en gases reales?

- A. Algunas moléculas de gas no son esféricas.
- B. Existen fuerzas de atracción intermoleculares. ✓
- C. La temperatura no se ha mantenido constante.
- D. R, la constante de los gases, no es la verdadera constante.
- E. Errores experimentales se han producido al medir presión y volumen.

PREGUNTA Q3: Para determinar si una solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  a temperatura ambiente está supersaturada, se podría

- A. Calentar la solución hasta su punto de ebullición.
- B. Agregar agua a la solución.
- C. Agregar un cristal de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  a la solución. ✓
- D. Acidificar la solución.
- E. Enfriar la solución hasta su temperatura de solidificación.

PREGUNTA Q4: ¿Cuál de las siguientes aseveraciones sobre catalizadores es verdadera?

- A. Los catalizadores aumentan el valor de la constante de equilibrio.
- B. Los catalizadores aumentan la cantidad de producto presente en el equilibrio.
- C. Los catalizadores aumentan la concentración de reactantes.
- D. Los catalizadores se alteran permanentemente en el curso de la reacción.
- E. Los catalizadores reducen la energía de activación de la reacción. ✓

PREGUNTA Q5: La configuración electrónica del átomo de silicio está caracterizada por

- I. Orbitales 3p parcialmente llenos.
- II. La presencia de electrones desapareados.
- III. Seis electrones de valencia.

- A. Sólo I
- B. Sólo II
- C. I y II ✓
- D. I y III
- E. I, II, y III

PREGUNTA Q6: El trifluoruro de boro,  $\text{BF}_3$ , es una molécula apolar mientras el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , es polar. La diferencia de polaridades se debe al hecho de que

- A.  $\text{BF}_3$  no tiene enlaces de hidrógeno mientras que el  $\text{NH}_3$  sí.
- B.  $\text{BF}_3$  es triangular planar mientras que el  $\text{NH}_3$  es piramidal. ✓
- C.  $\text{BF}_3$  es una base de Lewis mientras que el  $\text{NH}_3$  es un ácido de Lewis.
- D. El enlace B-F es menos polar que el enlace N-H.
- E. El boro es más electronegativo que el nitrógeno.

PREGUNTA Q7: La filtración es una técnica especialmente indicada para la separación de

- A. Dos líquidos con diferentes densidades.
- B. Dos líquidos con diferentes masas molares.
- C. Dos líquidos con diferentes puntos de ebullición.
- D. Un sólido y un líquido ✓
- E. Un gas y un líquido.

PREGUNTA Q8: ¿En cuál de los siguientes compuestos el bromo presenta el mayor estado de oxidación?

- A.  $\text{HBr}$
- B.  $\text{BrF}_3$
- C.  $\text{BrO}_2$
- D.  $\text{NaBrO}$
- E.  $\text{NaBrO}_3$  ✓

## ANEXO 1:

## ANÁLISIS PREGUNTAS PRUEBA CIENCIAS SIES

A continuación se entrega el análisis de las preguntas de la prueba de ciencias SIES publicada en *El Mercurio* el 12 de mayo 2002. Las categorías utilizadas para el análisis son:

- *Materia*: se explicita si la pregunta es de física, química o biología. En algunos casos, las preguntas pueden ser tratadas por más de una disciplina (química y biología, por ejemplo). En esta sección también se incluye información del curso al que corresponde la materia examinada en la pregunta (según los contenidos mínimos obligatorios del Ministerio de Educación)
- *Tipo de pregunta*: las preguntas se clasificaron en cinco grupos:
  - Dato anecdótico: las preguntas de este tipo miden definiciones que no son relevantes en el estudio de la ciencia. Por ejemplo ¿Cuál de los siguientes hombres de ciencias visitó nuestro país? Bernoulli, Einstein, Ohm, Pasteur, Darwin.
  - Definición: pregunta que exige solamente la memorización de definiciones tal como el profesor las dictaría en una clase sin requerir mayor elaboración o manejo conceptual.
  - Cálculo: la pregunta requiere formular ecuaciones, despejar, aplicar regla de tres o cualquier recurso matemático más o menos interesante.
  - Concepto: pregunta mide si el estudiante comprende, maneja y es capaz de elaborar a partir de una determinada definición.
  - Aplicación: uno o más conceptos deben aplicarse para resolver un problema.
- *Comentarios*: en esta sección se incluyen comentarios sobre la redacción de la pregunta, los contenidos que ésta mide y su relevancia. También se señala si la pregunta contiene errores de algún tipo. Se resaltan en **negritas** los aspectos negativos del análisis.
- *Complejidad*: en esta sección se especifica si la pregunta presenta una dificultad baja, mediana o alta para el estudiante.

## PARTE I

Preguntas dicotómicas, es decir, con una sola respuesta correcta, marcada aquí con el signo ✓.

**1.1. Preguntas sección común**

Obligatorias para todos, debieran medir contenidos mínimos de I y II Medio en física, química y biología.

1. ¿Cuál es el componente más abundante en el plasma sanguíneo humano?

- (A) Proteínas.
- (B) Sales minerales.
- (C) Lípidos.
- (D) Agua. ✓
- (E) Glucosa.

*Materia:* Biología I Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* **La pregunta en general no parece adecuada.** Si se pretende evaluar los conocimientos de la sangre, parecería que se podrían haber evaluado otros contenidos de mayor importancia, en relación al tema. Por otra parte, si se pretende evaluar la importancia del agua en los seres vivos, se podría haber utilizado un enfoque diferente. Tal cual está **la pregunta no es relevante.**

*Complejidad:* **Pregunta demasiado básica** que mide sólo conocimientos (no mide habilidades).

2. ¿Cuál de las siguientes sustancias inhaladas en el humo del cigarrillo es capaz de acelerar los latidos cardíacos y causar adicción al tabaco?

- (A) Nicotina. ✓
- (B) Monóxido de carbono.
- (C) Alquitrán.
- (D) Dióxido de carbono.
- (E) Celulosa.

*Materia:* Biología I Medio.

*Tipo de pregunta:* Concepto.

*Comentarios:* Pregunta adecuada con relación a la redacción, a los contenidos y a la relevancia. Sin embargo, **parece relativamente fácil eliminar las alternativas B, D y E por simple descarte**, aumentando la probabilidad de responder correctamente por azar a 0,5 (entre alquitrán o nicotina). También se observa que la pregunta está más orientada a la adicción que a los latidos del corazón.

*Complejidad:* **La pregunta es demasiado básica** y mide sólo conocimientos y no habilidades.

3 ¿Qué información entrega la simbología química del elemento  ${}_{27}^{13}\text{Al}$  ?

- A Tiene 27 electrones y 14 protones.
- B Tiene 13 protones y 14 neutrones. ✓
- C Tiene 14 protones y 13 electrones.
- D Tiene 13 neutrones y 14 protones.
- E Tiene 27 neutrones y 13 electrones.

*Materia:* Química II Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. La formulación de la pregunta es adecuada.

*Complejidad:* Pregunta de mediana complejidad.

4 Si un tren viaja en línea recta, ¿qué significa que su movimiento sea acelerado?

- A Que se mueve muy rápido.
- B Que se aleja cada vez más de la estación.
- C Que está cambiando su velocidad. ✓
- D Que en un tiempo pequeño recorre una gran distancia.
- E Que posee mucha energía cinética.

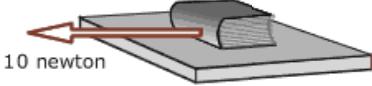
*Materia:* Física II Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Su **formulación es sin embargo mejorable** ya que la pregunta considera sólo el caso de movimiento unidimensional (rectilíneo).

*Complejidad:* Es una pregunta de baja complejidad.

5 Si para deslizar un libro sobre una mesa, lentamente y con rapidez constante, se aplica una fuerza de 10 newton en la dirección indicada en la figura, ¿cuál de los siguientes datos permite determinar el coeficiente de roce dinámico entre el libro y la mesa?



10 newton

A El área de contacto entre el libro y la mesa.

B El volumen del libro.

C La presión atmosférica.

D La densidad del libro.

E El peso del libro. ✓

*Materia:* Física II Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo **el enunciado es mejorable** ya que sería más adecuado utilizar la palabra “velocidad” en vez de “rapidez”.

*Complejidad:* Es una pregunta compleja.

6 ¿En qué momento del ciclo de vida de la especie humana ocurre la determinación genética del sexo?

A Período embrionario.

B Período fetal.

C Pubertad.

D Tercera semana de gestación.

E Fecundación. ✓

*Materia:* Biología II Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* La pregunta es adecuada en todos los aspectos analizados, estimándose que discrimina bien.

*Complejidad:* Pregunta muy básica. Mide sólo conocimientos y no habilidades.

7 En presencia de oxígeno, ¿cuál de los siguientes gases se produce en la combustión completa de una sustancia orgánica, como el butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), uno de los componentes del gas licuado?

- (A) CO
- (B) CH<sub>4</sub>
- (C) CO<sub>2</sub> ✓
- (D) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>
- (E) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

*Materia:* Química II Medio.

*Tipo de pregunta:* Concepto.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. La formulación de la pregunta es adecuada.

*Complejidad:* Pregunta de mediana complejidad.

8 Tres componentes del aire son el oxígeno (O<sub>2</sub>), el nitrógeno (N<sub>2</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Según su abundancia en el aire (volumen porcentual), ¿cómo se ordenan estos componentes del aire de mayor a menor?

- (A) N<sub>2</sub> - O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> ✓
- (B) O<sub>2</sub> - N<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub>
- (C) CO<sub>2</sub> - O<sub>2</sub> - N<sub>2</sub>
- (D) N<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> - O<sub>2</sub>
- (E) O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> - N<sub>2</sub>

*Materia:* Química I Medio.

*Tipo de pregunta:* Dato anecdótico.

*Comentarios:* **El tema preguntado no es relevante**, aun cuando está relacionado con el programa. La formulación de la pregunta es adecuada.

*Complejidad:* Pregunta muy fácil.

9 Al astro que suele verse más brillante, después del Sol y la Luna, se le denomina "Lucero de la tarde", porque suele estar visible al atardecer. ¿A qué astro corresponde la descripción anterior?

A Al planeta Mercurio.

B Al planeta Venus. ✓

C Al planeta Marte.

D Al planeta Júpiter.

E A la estrella Sirio.

*Materia:* Física II Medio.

*Tipo de pregunta:* Dato anecdótico.

*Comentarios:* Pregunta **completamente irrelevante y cuya relación con el programa es cuestionable**. Su formulación es adecuada. Es muy probable que esta pregunta discrimine inadecuadamente, en el sentido de no contribuir a predecir en forma correcta el desempeño futuro de estudiantes de educación superior en carreras donde la física juega un papel importante (tales como ingeniería, por ejemplo).

*Complejidad:* Pregunta fácil.

10 ¿A qué concepto corresponde la siguiente definición?: Grupo de organismos de una misma especie que ocupa un espacio particular en un tiempo dado.

A Comunidad.

B Población. ✓

C Ecosistema.

D Nicho ecológico.

E Ecología.

*Materia:* Biología I Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* Pregunta adecuadamente redactada.

*Complejidad:* Muy básica, **mide conocimientos y no habilidades.**

11 ¿Con qué característica de una onda sonora está relacionada la intensidad de los sonidos que escuchamos?

A Frecuencia.  
 B Amplitud. ✓  
 C Velocidad.  
 D Forma.  
 E Longitud de onda.

*Materia:* Física I Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición<sup>30</sup>.

*Comentarios:* Pregunta **mal formulada ya que todas las alternativas son correctas**. Véase análisis detallado en Anexo 3.

*Complejidad:* Debido al severo error de formulación no tiene sentido evaluar su complejidad.

12 Si se disuelve una cucharada de azúcar en un litro de agua, ¿mediante cuál de los siguientes procedimientos se puede disminuir la concentración de la solución formada?

A Filtrando la solución.  
 B Agregando más soluto a la solución.  
 C Agregando más solvente a la solución. ✓  
 D Evaporando la solución.  
 E Aumentando al doble la masa de los componentes de la solución.

<sup>30</sup> La clasificación de esta pregunta es compleja. Se optó por “definición” porque lo más probable es que los estudiantes que conozcan la respuesta hayan memorizado la fórmula y no comprendan su deducción y justificación.

*Materia:* Química II Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. La formulación de la pregunta es adecuada.

*Complejidad:* Pregunta fácil.

## 1.2. Preguntas sección complementaria

El estudiante elige la sección a rendir (física, química o biología<sup>31</sup>).

### BIOLOGÍA

13 ¿Por qué un órgano trasplantado puede ser rechazado por el organismo receptor?

- A Algunas proteínas del órgano implantado activan el sistema inmunológico del receptor. ✓
- B El órgano implantado fabrica anticuerpos que activan el sistema inmunológico del receptor.
- C El sistema inmunológico del órgano implantado se hipersensibiliza.
- D Los tejidos del órgano trasplantado producen mutaciones en el organismo receptor.
- E Las células del órgano trasplantado aglutinan los glóbulos rojos del receptor.

*Materia:* Biología IV Medio.

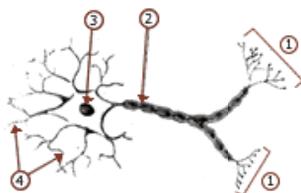
*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* Es más compleja que las anteriores e introduce varios términos que el alumno debe conocer. Es relevante, discriminativa y no básica. Se sugiere que se indique el órgano trasplantado, ejemplo: el hígado.

*Complejidad:* Pregunta de adecuada complejidad.

<sup>31</sup> En el proyecto SIES existiría una cuarta opción —Ciencia y Tecnología— para los alumnos de establecimientos de educación técnico profesional. Esta opción no se incluyó en el análisis ya que el modelo de prueba no contenía preguntas de esta modalidad.

14 Observe el siguiente esquema que representa una neurona típica:



¿Desde y hasta dónde fluye normalmente la señal eléctrica?

- A Desde 1 hasta 3
- B Desde 1 hasta 4
- C Desde 4 hasta 1 ✓
- D Desde 4 hasta 2
- E Desde 1 hasta 4 y desde 4 hasta 1

*Materia:* Biología III Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* Pregunta relevante que se ajusta a los contenidos, aunque simple. **Se recomienda mejorar la redacción y presentación del dibujo** en donde III debería indicar el citoplasma y no el núcleo de la neurona. También se recomienda eliminar la palabra “típica”, que sigue a neurona.

*Complejidad:* Pregunta bastante simple.

15 ¿Cuál de las siguientes opciones describe el concepto de *evolución biológica*?

- A Se crean especies más complejas.
- B Las especies se generan en forma espontánea.
- C El número total de especies aumenta.
- D Las mutaciones genéticas aumentan la diversidad específica.
- E Las especies se originan a partir de otras especies. ✓

*Materia:* Biología III Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* **Mala pregunta. Como está no es posible utilizarla en una prueba de admisión. Todas las alternativas son ambiguas.** En la alternativa B la palabra espontánea se podría asociar con el hecho que las mutaciones son espontáneas en la naturaleza. Por otra parte, la evolución no es necesariamente positiva. En ninguna de las alternativas se define o describe evolución biológica. Es *ad hoc* a los contenidos, pero requiere bastante trabajo para adecuarla a un sistema de evaluación.

*Complejidad:* Pregunta bastante simple.

FÍSICA

16 Por medio de una pitilla se hace girar horizontalmente una piedra como lo indica la figura 1. Para alguien que observa desde arriba (figura 2) ¿cuál es la trayectoria aproximada que seguirá la piedra, si la pitilla se corta justo cuando ella pasa por la posición P?

figura 1

figura 2

Vista superior

A 1  
 B 2  
 C 3  
 D 4 ✓  
 E 5

*Materia:* Física III Medio.

*Tipo de pregunta:* Concepto.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. **El enunciado es mejorable** ya que para evaluar lo que se pretende, el problema pudo plantearse haciendo mover el objeto sobre una superficie horizontal sin roce. **La formulación presentada agrega complicación innecesaria e irrelevante.**

*Complejidad:* Pregunta compleja.

17 Según el principio de Arquímedes, cuando nos sumergimos en agua nos sentimos más livianos debido al empuje. ¿A cuál de los siguientes conceptos corresponde este empuje?

- A Densidad.
- B Fuerza. ✓
- C Velocidad.
- D Volumen.
- E Aceleración.

*Materia:* Física III Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* El tema preguntado es poco relevante y se relaciona sólo medianamente con el programa. La formulación del problema es mejorable ya que el principio de Arquímedes da cuenta del fenómeno pero no es responsable de él. Además, el empuje es una fuerza, y como cualquier fuerza puede producir aceleraciones, lo que puede honestamente confundir a estudiantes competentes. La pregunta apunta sólo a recordar una definición.

*Complejidad:* Pregunta de baja complejidad.

18 ¿Cuál de los siguientes descubrimientos se atribuye a Georg Simon Ohm?

- A Al circular corriente por un conductor, este se calienta.
- B En un circuito la razón entre el voltaje y la intensidad de corriente resulta constante en determinados rangos. ✓
- C Alrededor de un conductor que porta corriente aparece un campo magnético.
- D Sobre un conductor que porta corriente actúa una fuerza cuando está inmerso en un campo magnético.
- E Al mover un conductor en un campo magnético se produce -en el conductor- una diferencia de potencial.

*Materia:* Física I Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* **El tema preguntado es poco relevante.** Aunque la definición pedida tiene una alta relación con el programa, **la manera de preguntar es inadecuada.** Al entregar en las alternativas cinco proposiciones físicas correctas se demuestra que la pregunta no busca que el estudiante determine la validez de un postulado, sino simplemente que lo asocie con su nombre. **El enunciado es mejorable** ya que en la alternativa correcta la frase “en determinados rangos” es innecesaria.

*Complejidad:* Pregunta de baja complejidad.

## QUÍMICA

19 Una limonada es una solución formada por agua, azúcar y jugo de limón. ¿Cuál de las siguientes opciones representa el pH de la solución formada?

- A pH igual a 7
- B pH igual a 20
- C pH igual a 14
- D pH mayor a 7
- E pH menor a 7

*Materia:* Química IV Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Se podría mejorar la redacción ya que en la pregunta se pide la alternativa que “representa el pH de la solución...”, dando la impresión que se pide un pH exacto. Sin embargo, la alternativa correcta es sólo aproximada (“pH menor que 7”).

*Complejidad:* Pregunta fácil.

20 Para obtener bronce, ¿con qué otro elemento hay que alejar el cobre?

- A Zinc.
- B Níquel.
- C Estaño. ✓
- D Plata.
- E Antimonio.

*Materia:* Química I Medio.

*Tipo de pregunta:* Dato anecdótico.

*Comentarios:* **El tema preguntado es irrelevante y tiene solo una relación indirecta con el programa.** La formulación de la pregunta es adecuada.

*Complejidad:* Pregunta fácil.

21 ¿Cuál de los siguientes sistemas, de igual masa y a la misma presión, tiene mayor entropía?

- (A) Hielo a  $-50^{\circ}\text{C}$ .
- (B) Hielo a  $0^{\circ}\text{C}$ .
- (C) Agua líquida a  $10^{\circ}\text{C}$ .
- (D) Agua líquida a  $70^{\circ}\text{C}$ .
- (E) Vapor de agua a  $150^{\circ}\text{C}$ . ✓

*Materia:* Química III Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es medianamente relevante y está relacionado con el programa. **Hay un error tipográfico que puede llevar a confusión.** En las alternativas dice “ $\infty^{\circ}\text{C}$ ”, cuando debiera decir “ $^{\circ}\text{C}$ ”, como medida de temperatura.

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

## PARTE II: PREGUNTAS CON ALTERNATIVAS GRADUADAS

Una de las alternativas a este tipo de preguntas (marcada con 33) recibe puntaje máximo. Una o dos reciben puntaje parcial (marcadas con 3) y el resto son consideradas incorrectas y tienen una penalización.

### 2.1. Preguntas sección común

Obligatorias para todos, debieran medir contenidos mínimos de I y II Medio en física, química y biología.

1 ¿Cuál sería la medida de mayor impacto para disminuir el efecto invernadero?

- (A) Disminuir emanaciones de CO<sub>2</sub> de fuentes fijas y móviles. ✓
- (B) Combustionar el gas metano producido en los vertederos.
- (C) Reforestar y sustituir el uso de combustibles fósiles. ✓✓
- (D) Aumentar los niveles de ozono en la atmósfera.
- (E) Conservar y recuperar las selvas. ✓

*Materia:* Biología II Medio o Química I Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es medianamente relevante y está relacionado con el programa. **La pregunta requiere ser mejorada. Viendo las alternativas, una sola de ellas contempla dos ideas, con lo que es fácil deducir que se trata de la de puntaje máximo. Las alternativas incorrectas son demasiado obvias. Además, en la alternativa de puntaje máximo C se sostiene que una medida de gran impacto para disminuir el efecto invernadero sería sustituir el uso de combustibles fósiles. Tal aseveración es imprecisa** ya que el combustible fósil se podría sustituir por uno no fósil como la madera o el carbón de madera y contribuir igualmente al efecto invernadero.

*Complejidad:* Pregunta de complejidad intermedia.

2 ¿Cuál de las siguientes opciones señala de forma más completa las características comunes a los elementos del grupo 2 (IIA) de la tabla periódica?

- (A) Poseen igual número de electrones de valencia. ✓
- (B) Poseen igual masa atómica e igual número atómico.
- (C) Tienen dos electrones de valencia y baja energía de ionización. ✓✓
- (D) Tienen propiedades metálicas. ✓
- (E) Poseen idéntica electronegatividad e igual masa atómica.

*Materia:* Química II Medio.

*Tipo de pregunta:* Concepto.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, **esta pregunta puede enfrentarse en parte mediante un método lógico:** la alternativa de puntaje máximo C) contiene dos ideas, una de las cuales corresponde a la alternativa semicorrecta A).

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

3	¿Cuál de las siguientes opciones expresa de manera más completa la ley o principio de inercia?	
A	Si sobre una pelota en reposo la fuerza total (o neta) es cero, permanecerá en reposo.	✓
B	Para que una pelota se mantenga en movimiento, necesariamente debe estar actuando una fuerza sobre ella.	
C	Si no actúan fuerzas sobre una pelota, ella se mantendrá en reposo o conservará un movimiento uniforme y rectilíneo.	✓✓
D	Mientras mayor es la fuerza total (o neta) que actúa sobre una pelota, mayor es la rapidez que posee.	
E	Una pelota se moverá con velocidad constante solo si la fuerza total que actúa sobre ella es cero.	✓

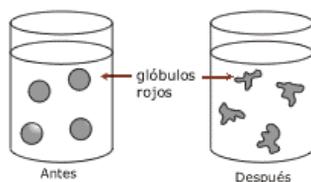
*Materia:* Física II Medio.

*Tipo de Pregunta:* Concepto.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, presenta **errores importantes de formulación:** dos respuestas son totalmente correctas (C y E, ya que la alternativa E tal como está planteada no excluye la posibilidad de velocidad igual a cero).

*Complejidad:* Pregunta de mediana complejidad.

4 El siguiente esquema representa el fenómeno ocurrido cuando una cierta cantidad de glóbulos rojos (o eritrocitos) se suspende en una solución acuosa, suponiendo que la membrana de los glóbulos rojos es solo permeable al agua y que la solución es de concentración desconocida.



¿Cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones podría(n) explicar correctamente el proceso observado?

- I. Las moléculas de agua se movieron desde el exterior de las células hacia el interior de estas.
- II. La solución utilizada para incubar las células tenía una concentración de soluto mayor que la del medio intracelular.
- III. Las moléculas de agua se movieron desde el interior de las células hacia el exterior de estas.
- IV. La solución utilizada para incubar las células tenía una concentración de soluto menor que la del medio intracelular.

- A II. ✓
- B I y II.
- C I y IV.
- D II y III. ✓✓
- E III y IV.

*Materia:* Biología I Medio o Química II Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es relevante y tiene una alta relación con el programa. Pregunta óptima para la aplicación de conocimientos experimentales, cumple con sus objetivos. Sin embargo, **sin ver el enunciado se pueden descartar tres alternativas y se descubre la semicorrecta**. Lo anterior se logra mediante un método lógico<sup>32</sup>. **El planteamiento se debe-**

<sup>32</sup> Véase F. Dussailant, "Comportamiento Estratégico y Respuestas Graduadas en el SIES" (2002).

**ría mejorar** introduciendo la frase: “de un experimento”, después de la palabra “esquema”. El esquema debiera mejorarse cambiando “antes” por  $T_0$  y “después” por  $T_{0+t}$  (donde T es tiempo).

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

5 Una planta de arvejas cuyas sernillas presentan superficie lisa ha sido autopolinizada, obteniéndose 10 plantas con semillas rugosas y 30 plantas con semillas lisas, en la primera generación. De acuerdo con los principios de la genética clásica, ¿qué opción explica de manera más completa el resultado de esta descendencia?

- A Los 2 fenotipos observados en la primera generación tienen una probabilidad de ocurrencia de 50% y 50% respectivamente.
- B El alelo que determina el fenotipo rugoso es recesivo y el alelo que determina el fenotipo liso es dominante. ✓
- C Los resultados obtenidos en la primera generación muestran que la planta progenitora tiene el genotipo heterocigoto. ✓
- D Las arvejas rugosas tienen el genotipo doble recesivo y las arvejas lisas tienen los genotipos homocigoto dominante o heterocigoto dominante-recesivo. ✓✓
- E Al autopolinizar una planta de arvejas rugosas se obtiene como primera generación los fenotipos rugosos y lisos.

*Materia:* Biología II Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* Buena pregunta que corresponde con los objetivos mínimos del Mineduc. **La formulación de las alternativas es, sin embargo, mejorable.** Con relación a la alternativa D (que es la de puntaje máximo) dice: “las arvejas rugosas tienen genotipo doble recesivo y las arvejas lisas tienen los genotipos homocigotos dominantes o heterocigoto dominante-recesivo”.

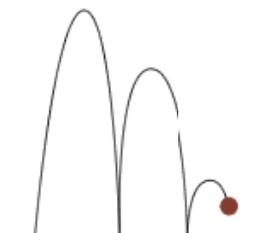
Para ser rigurosos debería decir:

“Las arvejas rugosas tienen el genotipo homocigoto recesivo y las arvejas lisas pueden tener los genotipos homocigotos dominantes o heterocigoto” ya que cuando dice “genotipo doble recesivo”, se podría subentender que se refiere a un dihibridismo (aunque del enunciado está claro que es un monohibridismo).

Además, decir “heterocigoto dominante-recesivo” es redundante, ya que basta con decir heterocigoto. El término heterocigoto por sí solo indica que el individuo es portador de dos alelos diferentes del mismo gen (si hay dominancia completa, entonces uno será dominante y el otro será recesivo).

*Complejidad:* Pregunta compleja.

- 6 En la siguiente figura se observa que una pelota rebota varias veces antes de detenerse en el suelo. ¿Cuál es la opción que explica de manera más completa que las alturas alcanzadas sean cada vez menores?



- (A) El roce entre la pelota y el aire se hace cada vez mayor.
- (B) Se disipa paulatinamente la energía mecánica en forma de vibraciones y calor. ✓✓
- (C) La energía cinética se convierte en energía potencial gravitatoria.
- (D) El suelo absorbe en cada impacto una fracción de la energía mecánica de la pelota. ✓
- (E) La energía mecánica de la pelota disminuye al producir en ella un aumento de temperatura. ✓

*Materia:* Física II y III Medio.

*Tipo de pregunta:* Concepto.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, **tiene problemas en su formulación:** el dibujo muestra razones entre alturas máximas que pueden causar confusión respecto al coeficiente de restitución. Además, toda la energía se transforma finalmente en calor y esa alternativa no aparece. **Esta pregunta podría eventualmente enfrentarse utilizando un método lógico.** Sólo las alternativas B, D y E tienen algo en común, hablan de energía mecánica, con lo que A y C se descartan inmediatamente como incorrectas. Si se analizan las alternativas que quedan, es claro que B contiene a D y E, por lo que la correcta ha sido descubierta sin mayor conocimiento del tema preguntado.

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

7 Los elementos Na y Cl se encuentran en el mismo período y en los grupos 1 (I A) y 17 (VII A) respectivamente. ¿Qué opción indica de manera más completa las propiedades periódicas de estos elementos que afectan la formación de NaCl(s) o sal común?

- (A) El radio iónico del Na<sup>+</sup> es mayor que el del Cl<sup>-</sup>.
- (B) La mayor atracción por los electrones compartidos que presenta el Na respecto del Cl.
- (C) El radio atómico del Na es menor que el del Cl.
- (D) La baja energía de ionización del Na y la elevada afinidad electrónica del Cl. ✓✓
- (E) La facilidad con que un átomo de Na pierde electrones. ✓

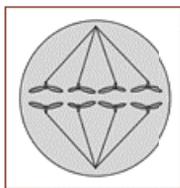
*Materia:* Química II Medio.

*Tipo de Pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, **al analizar las alternativas se descubre que solo una (la D)) contiene dos ideas, y por ende es la de puntaje máximo.**

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

8 Observe el siguiente esquema de una célula:



¿Cuál de las siguientes opciones describe de manera más precisa el tipo de división celular que representa el esquema?

- (A) Mitótica o una de las meióticas, que da origen a 2 células de 4 cromosomas cada una. ✓✓
- (B) Mitótica, que da origen a 2 células con 4 cromosomas cada una. ✓
- (C) Mitótica o reproducción asexual, que da origen a 4 células con 4 cromosomas cada una.
- (D) Una de las meióticas, que da origen a 2 células con 4 cromosomas cada una. ✓
- (E) Sexuada, que da origen a 4 células con 4 cromosomas cada una.

*Materia:* Biología II Medio.

*Tipo de pregunta:* Definición.

*Comentarios:* Pregunta que responde a los objetivos del Mineduc. **Podría mejorarse tanto en el planteamiento como en las alternativas.** En el texto hay que cambiar “división celular” por “división nuclear”. En las alternativas se debería indicar si se refiere a la división meiótica I o división meiótica II. **Esta pregunta podría eventualmente enfrentarse utilizando un método lógico.** Sólo las alternativas A, B y D tienen algo en común, con lo que C y E se descartan inmediatamente como incorrectas. Si se analizan las alternativas que quedan, es claro que A contiene a B y D, por lo que la correcta ha sido descubierta sin mayor conocimiento del tema preguntado.

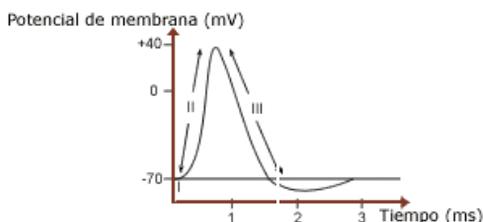
*Complejidad:* Pregunta fácil.

## 2.2. Preguntas sección complementaria

El estudiante elige que sección rendir (física, química o biología<sup>33</sup>).

### BIOLOGÍA

9 El siguiente gráfico representa la variación del potencial de membrana de una neurona:



¿Cuál de las siguientes opciones identifica más correctamente las regiones I, II y III representadas en el gráfico?

- (A) I= potencial de reposo, II= despolarización, III= repolarización. ✓✓
- (B) I= despolarización, II = repolarización, III = potencial de reposo.
- (C) I= repolarización, II = potencial de reposo, III = despolarización.
- (D) I= potencial de reposo, II = repolarización, III = despolarización. ✓
- (E) I= repolarización, II = despolarización, III = potencial de reposo. ✓

<sup>33</sup> En el proyecto SIES existiría una cuarta opción —Ciencia y Tecnología— para los alumnos de establecimientos de educación técnico-profesional. Esta opción no se incluyó en el análisis ya que el modelo de prueba no contenía preguntas de esta modalidad.

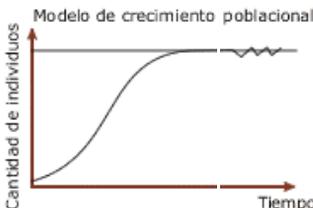
*Materia:* Biología III Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* Mala pregunta. A pesar de ser de respuesta graduada, sólo una de sus alternativas es correcta (la A). Las alternativas que se consideran semicorrectas no se pueden aceptar como tales ya que contienen información errada, lo que le parece inaceptable a la Comisión. Queda así como una pregunta con sólo una alternativa y no se puede usar como respuesta de puntaje graduado. De seguir usándose el gráfico sería útil eliminar las puntas de flechas y reemplazar I, II y III por A, B y C.

*Complejidad:* Pregunta muy básica (ya que incluso el gráfico está en el plan de estudio del Mineduc).

**10** El siguiente gráfico presenta un modelo de crecimiento poblacional:



Modelo de crecimiento poblacional

El gráfico muestra un eje vertical etiquetado como 'Cantidad de individuos' y un eje horizontal etiquetado como 'Tiempo'. La curva comienza en el origen, crece rápidamente en una fase exponencial, luego su ritmo de crecimiento disminuye hasta que se estabiliza en un nivel constante, formando una línea horizontal con una ligera oscilación al final.

¿Cuál de las siguientes opciones explica de manera más completa este tipo de crecimiento?

- A Ausencia de factores limitantes que regulen el tamaño de la población.
- B Este tipo de crecimiento poblacional ocurre en un hábitat con recursos ilimitados.
- C Este tipo de crecimiento poblacional se genera por competencia intraespecífica. ✓
- D Los factores limitantes no se oponen a la expresión del potencial biótico de la población.
- E La resistencia ambiental se opone al pleno desarrollo del potencial biótico de la población. ✓✓

*Materia:* Biología IV Medio.

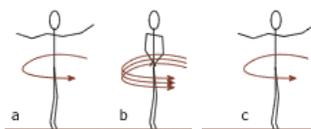
*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* Buena pregunta.

*Complejidad:* Pregunta bastante fácil.

## FÍSICA

11 La figura muestra una bailarina de ballet que gira sobre la punta de los pies con sus brazos extendidos (a). Al acercarlos a su cuerpo se observa un notorio aumento en la rapidez con que rota (b) y, al extenderlos, nuevamente esta se reduce (c) ¿Cuál es la explicación más precisa de este hecho?



- (A) Al juntar los brazos, aumenta la energía mecánica de la bailarina y, al extenderlos disminuye.
- (B) Al juntar los brazos, el roce de la bailarina con el aire disminuye y, al extenderlos, aumenta.
- (C) Al juntar y extender los brazos hay un cambio en el momento de inercia, que se ve compensado con un cambio en la velocidad angular. ✓✓
- (D) Al juntar los brazos el momento de inercia de la bailarina se reduce y, al extenderlos, aumenta. ✓
- (E) Al juntar los brazos el flujo de aire que circula por la bailarina crece y, al extenderlos, se reduce; con ello se produce un cambio en la presión que actúa sobre las distintas partes de su cuerpo.

*Materia:* Física III Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, tiene **problemas en su formulación**. Por ejemplo, la manera gráfica de señalar la velocidad angular es incorrecta y puede llevar a error, y no se considera el efecto del roce con el suelo.

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

12 Se tienen cuatro globos: 1, 2, 3 y 4. Al experimentar con ellos sin alterar sus estados eléctricos, se observan los siguientes hechos:

- 1 y 2 se repelen.
- 2 y 3 se atraen.
- 3 y 4 se atraen.
- 3 posee carga eléctrica positiva

¿Cuál es la descripción más exacta del estado eléctrico de los globos 1 y 4?

- (A) Ambos están electrizados negativamente. ✓
- (B) 1 debe ser negativo y 4 positivo.
- (C) 1 debe estar electrizado negativamente y 4 neutro. ✓
- (D) 1 debe ser negativo y 4 puede ser neutro o negativo. ✓✓
- (E) Ambos están electrizados positivamente.

*Materia:* Física IV Medio.

*Tipo de Pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, tiene **graves problemas en su formulación**. El enunciado dice que no se alteran sus estados eléctricos y sin embargo se considera la posibilidad de polarización de las cargas del globo 4. La alternativa en que los globos 1 y 4 están cargados negativamente no aparece.

**Esta pregunta podría eventualmente enfrentarse utilizando un método lógico.** Sólo las alternativas C y D son compatibles, y claramente D contiene a C por lo que no cabe duda que D tiene que tener puntaje máximo.

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

## QUÍMICA

- 13 Al introducir un clavo de hierro en una solución que contiene ion cobre II, el cobre se deposita como metal y el hierro pasa a la solución, según la siguiente ecuación:



¿Cuál de las siguientes opciones describe esta reacción de manera más completa?

- (A) El Fe<sup>0</sup> acepta dos electrones y el Cu<sup>2+</sup> se oxida.
- (B) El Fe<sup>0</sup> actúa como reductor, perdiendo electrones. ✓
- (C) El Cu<sup>2+</sup> pierde dos electrones y el Fe<sup>0</sup> gana dos electrones.
- (D) El Cu<sup>2+</sup> es el oxidante y el Fe<sup>0</sup> es el reductor. ✓✓
- (E) El Cu<sup>2+</sup> se reduce, ganando electrones. ✓

*Materia:* Química III Medio.

*Tipo de pregunta:* Aplicación.

*Comentarios:* El tema preguntado es altamente relevante y tiene una alta relación con el programa. Sin embargo, **la pregunta se puede responder mediante un método lógico**. Dos alternativas tienen sólo una idea por lo que pueden ser semicorrectas. Hay que ver cuál de las otras tres alternativas incluye una o ambas semicorrectas. Si el alumno conoce solamente el concepto de “oxidarse” podrá encontrar sin problemas la correcta.

*Complejidad:* Pregunta de alta complejidad.

- 14 El vidrio y el plástico son materiales ampliamente usados en envases y poseen ventajas comparativas diferentes. ¿Qué opción presenta de manera más completa algunas ventajas comparativas del vidrio o del plástico como material para la fabricación de envases?
- A El vidrio es, en general, más higiénico y soporta más reciclaje. ✓✓
  - B A diferencia del plástico, el envase de vidrio no genera desechos cuando se elimina en los vertederos.
  - C El costo de producción y de transporte de envases de vidrio es menor.
  - D La materia prima para la fabricación de envases de plástico es abundante, barata y proviene de un recurso renovable.
  - E El envase de vidrio no libera sustancias que puedan alterar el contenido. ✓

*Materia:* Química I o II Medio.

*Tipo de pregunta:* Dato anecdótico.

*Comentarios:* **El tema preguntado es irrelevante y tiene sólo una relación indirecta con el programa. La formulación de esta pregunta es altamente inadecuada.** Las respuestas A) y E) son equivalentes. Cuál de ellas apunta al efecto de mayor relevancia es un juicio subjetivo, ya que “higiénico” no es equivalente a “liberar sustancias...”. **La pregunta además tiene problemas de redacción que delatan la respuesta.** Se pregunta por “algunas ventajas” por lo que B) y E) pueden descartarse ya que presentan solamente *una* ventaja.

*Complejidad:* No es posible determinar la complejidad de esta pregunta debido a las fallas en su formulación.

**ANEXO 2:****ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PCE DE BIOLOGÍA 1998  
(SÓLO PREGUNTAS OBJETADAS)**

A continuación se analizan las preguntas objetadas de la PCE-B de 1998. Las preguntas originales aparecen encuadradas y la alternativa considerada correcta está señalada con el signo ✓.

**PREGUNTA N° 3.**

Son organismos característicos del bioma sabana nacional, excepto:

- A) Litre
- B) Arrayán
- C) Perdiz
- D) Espino
- E) Pino Araucaria ✓

*Pregunta mal formulada.* En Chile tenemos que hablar de estepa y no de sabana, ya que esta última es característica de climas tropicales. Se ofrece como correcta la alternativa E) Pino Araucaria. Sin embargo sólo el espino forma parte de la biomasa de la estepa. Tanto el litre como el arrayán corresponden a la biomasa del matorral.

**PREGUNTA N° 8.**

En *Drosophila melanogaster*, el rasgo ojos blancos es recesivo respecto de ojos rojos. Si en una población el 16% de los individuos son de ojos blancos, ¿qué porcentaje es homocigoto de ojos rojos?

- A) 36% ✓
- B) 48%
- C) 60%
- D) 84%
- E) Ninguno es correcto

*Esta pregunta está incompleta*, pues debería indicarse si está en equilibrio de Hardy-Weinberg la población en cuestión. Esto es si suponemos que las materias de las clases toman en cuenta la genética de poblaciones. La mutación ojos blancos en *Drosophila melanogaster* generalmente se refiere a un gen (white) ligado al sexo. En tal situación los machos son hemicigóticos ya que solo tienen un cromosoma X (el otro es un cromosoma Y) y las frecuencias alélicas pueden variar entre las hembras y machos.

Esto podría ser confuso para el estudiante. De modo que sería mejor cambiar el ejemplo con otro marcador genético que sea claramente autosómico o bien cambiar de especie.

PREGUNTA N° 14.

De los siguientes niveles de organización vegetal, ¿cuál presenta ciclos alternados de reproducción sexuada-asexuada?

- A) Briofitas
- B) Talofitas
- C) Angiosperma
- D) Espermatofitas
- E) A y D ✓

*Buena pregunta.* Sin embargo tiene el defecto de que la alternativa C Angiospermas, es parte de la alternativa D, Espermatofitas (de todas maneras ninguna de ellas es la alternativa correcta).

PREGUNTA N° 18.

La síntesis de proteínas es un proceso bien conocido gracias a los últimos avances. En ella, la NO existencia del ARN de transferencia podría ser reemplazado hipotéticamente por:

- A) Un mayor número de aminoácido citoplasmáticos.
- B) Un mayor número de ribosomas en el citoplasma.
- C) Una sustancia capaz de difundir a través de la membrana citoplasmática.
- D) Un transportador específico de aminoácidos hasta los ribosomas. ✓
- E) Una sustancia que esté codificada en forma inversa al AON y que difunda la membrana.

*Mala pregunta.* En ella se pretende saber qué componentes del sistema sintetizador de proteínas son un requerimiento estricto para el sistema. Las alternativas ofrecidas son todas erróneas.

A. Sugiere que son requeridos los aminoácidos, cuando en realidad se requieren los aminoaciltRNA.

B. Sugiere que se necesitan ribosomas adicionales. Esto es erróneo, ya que siempre existen ribosomas en exceso.

C. Una sustancia que sea capaz de difundir por la membrana. Es difícil saber a qué se refiere esta afirmación, ya que si es respecto a los

aminoácidos, éstos son ingresados por transportadores específicos a la célula y, por lo tanto, no difunden libremente.

D. El mencionado transportador puede ser distinto del tRNA, por lo tanto es un mecanismo alternativo al enunciado en el encabezado.

E. La única molécula que se puede hacer es un mRNA y no un tRNA, por lo que esta alternativa también es incorrecta.

La alternativa dada como correcta es D, sin embargo la afirmación es muy vaga ya que la aminoacilación del tRNA es el mecanismo mismo de selección de aminoácido para la síntesis de proteína y no un transportador que puede ser incluso distinto del tRNA

PREGUNTA N° 19.

La hormona que inhibe la musculatura uterina, además de proporcionar mayor cantidad de nutrientes al endometrio y de esa manera hacer posible la mantención del embarazo es:

- A) Prolactina
- B) Estrógeno
- C) Folículo estimulante y luteinizante
- D) Progesterona ✓
- E) Hormona del crecimiento

Se debe mejorar la redacción.

PREGUNTA N° 20.

El huevo se segmenta completamente originando blastómeros pequeños en el polo animal y grandes en el vegetativo. El tipo de segmentación descrito y el huevo que lo experimenta, corresponde respectivamente a:

- A) Total igual - huevo isolecito
- B) Total desigual - huevo centrolecito
- C) Total desigual - huevo heterolecito ✓
- D) Total casi igual - huevo heterolecito
- E) Ninguna es correcta

*Irrelevante.* Se trata de responder a una afirmación que describiría el huevo de algún organismo que no se indica. Así como está planteada, no tiene ninguna importancia desde un punto de vista del desarrollo. Distinto sería si se hubiese preguntado sobre el efecto en el desarrollo de alguna de las características de estos huevos. Perfectamente se podría eliminar.

## PREGUNTA N° 21.

El virus de la hepatitis A se transmite:

- I) Por vía fecal-oral
- II) Al ingerir agua y alimentos contaminados
- III) Por contacto persona-persona

- A) I y II
- B) I y III
- C) II y III
- D) I, II y III ✓
- E) Sólo II

El virus de la hepatitis A es un entero virus de la familia picornavirus que se transmite vías fecal y oral. El contacto con material fecal en cualquier situación implica transmisión de enfermedad, incluso se transmite vía operadores de alimentos. Más aún, la vía fecal oral entre otras cosas implica un mecanismo persona a persona. Basado en esto todas las alternativas son correctas. Habría que discutir si la intención del examinador es preguntar por vías de transmisión sexual cuando habla de transmisión persona a persona. Pregunta susceptible de ser mejorada.

## PREGUNTA N° 23.

Los virus y bacterias tienen en común:

- I) Capacidad de invadir células eucariontes.
- II) Poseer un tipo de ácido nucleico en su interior.
- III) Ser ambos siempre patógenos.
- IV) Ser procariontes.
- V) Ser eucariontes.

- A) I, II y III
- B) II, III y IV
- C) I, II y IV ✓
- D) I, III y V
- E) II y IV

En esta pregunta se quiere discutir la naturaleza de los virus y bacterias y se ofrecen varias alternativas que merecen algunos comentarios.

I. “Capacidad de invadir” es una alternativa sólo parcialmente correcta ya que también hay virus que infectan procariontes.

II. Si bien ésta es correcta puede prestarse a confusión, ya que las bacterias tienen más de un tipo de ácido nucleico. Si se piensa en DNA, hay

virus que no tienen, sólo tienen RNA. Incluso los viroides, también considerados dentro de los virus, no tienen ácidos nucleicos.

III. Esta alternativa está errada ya que se sabe que hay bacterias que conviven con nosotros sin causar enfermedad (flora normal). Asimismo, hay virus que si bien son patógenos en un huésped, en otro no causan enfermedad. Ejemplo: el virus del Nilo oeste (west Nile virus) no es patógeno en el mosquito pero sí en el ser humano.

Las alternativas IV y V son erradas por definición de lo que es cada concepto cuando se aplica a un virus.

Basado en esto, ninguna de las combinaciones ofrecidas parecen satisfacer la respuesta, aunque en la pauta se sostiene que la correcta es C) I, II y IV.

#### PREGUNTA N° 24.

La fiebre tifoidea es una enfermedad endémica en Chile, que se caracteriza por:

- I) Ser infecto-contagiosa.
  - II) Ser producida por la invasión del bacilo llamado salmonella Typhy.
  - III) Ser contraída por beber o comer elementos contaminados con salmonella Typhy.
  - IV) Presentar cuadros febriles.
  - V) Estar completamente erradicada de la población.
- 
- A) II, III y IV
  - B) I, III y IV ✓
  - C) I, III y V
  - D) II, IV y V
  - E) II y IV

El encabezado de la pregunta es falso ya que hoy la fiebre tifoidea no es endémica, ni lo ha sido en los últimos 20 años. Lo que hay son brotes esporádicos. Basado en esto, la pregunta no tiene mayor sentido y es irrelevante en el estudio de la biología.

#### PREGUNTA N° 26.

En una misma especie la variabilidad se podría explicar por :

- I) Selección natural.
- II) El aumento del número de cromosomas.
- III) La recombinación y entrecruzamiento de los cromosomas.
- IV) La interacción con el medio ambiente.
- V) El tipo de fecundación, interna o externa.

- A) I, III y V
- B) III y IV ✓
- C) I, III y IV
- D) Todas
- E) Sólo I

Pregunta ambigua, pues la fuente más importante de variación (según la pregunta) es la recombinación tanto a nivel de permutación cromosómica (aquí importa el N° de cromosomas, ya que a mayor número, mayor variabilidad) como de recombinación génica vía quiasmas. Además, otra fuente de variabilidad en una especie es la mutación, no contemplada en la pregunta. La selección natural sólo canaliza la variabilidad. Es una pregunta de mediana dificultad que (de ser reformulada) mide un concepto altamente relevante para la biología.

PREGUNTA N° 28.

En una sucesión ecológica se produce el paso de un bioma a otro. Este proceso tiene como característica una progresión negativa de las condiciones climáticas y bióticas. ¿Cuál secuencia de biomas muestra mejor esta condición?

- A) Forestales-herbáceos-mixtos-desérticos
- B) Forestales-sabanas-praderas-mixtos-desérticos
- C) Forestales-mixtos-herbáceos-desérticos
- D) Desérticos-mixtos-herbáceos-forestales
- E) Desérticos-herbáceos-mixtos-forestales

La pregunta es confusa, ya que en la descripción de biomas se utiliza la palabra “mixto”, que nada significa. Quizás si llevara un adjetivo podría clarificarse. Mejor sería designarlos como arbustivo o matorral.

PREGUNTA N° 29.

Una planta que posee raíz, tallo, haces vasculares y hojas con doble función (reproducción y fotosíntesis), se ubicaría en el nivel vegetal correspondiente a:

- A) Briofitas
- B) Cormofitas
- C) Espermatofitas ✓
- D) Gimnosperma
- E) Talofitas

Mala pregunta. Las Gimnospermas están incluidas en las Espermatofitas, ya que este último término significa “plantas productoras de semillas” y las Gimnospermas producen semillas. Por último, el término Cormofita incluye tanto a Espermatofitas como a Gimnospermas.

PREGUNTA N° 32.

Forman parte de la estructura de los cloroplastos, el(los) siguientes elementos:

- I) Lamelas
  - II) Cisternas
  - III) Granas
  - IV) Tilacoides
- 
- A) I, II, III y IV
  - B) Sólo I, III y IV ✓
  - C) Sólo III y IV
  - D) Sólo III y IV
  - E) Sólo III

Es necesario clarificarla debido a que las lamelas son parte de los granas.

PREGUNTA N° 35.

El síndrome de Turner es una alteración que está dada por:

- A) una aberración génica
- B) la carencia de un cromosoma sexual Y
- C) la adición de un cromosoma Y
- D) una no disyunción sexual ✓
- E) una no disyunción somática

Pregunta mejorable. El síndrome de Turner (X0) podría entenderse como la carencia de un cromosoma X o Y que conduce a un X0 consecuencia de una no disyunción de los cromosomas sexuales (y no una disyunción sexual). Ambigua, pues en el síndrome de Turner se involucran tanto mujeres con una no disyunción a nivel de la meiosis que conduce a los gametos, o bien mosaicos que se producen a nivel de una no disyunción que ocurre en células somáticas. Siendo los mosaicos tanto o más abundantes que los anteriores.

El enunciado debiera reformularse como sigue: “El síndrome de Turner típico es una alteración que esta dada por:...” y la alternativa D)

debiera quedar como: “una no disyunción de los cromosomas sexuales”. Es una pregunta fácil, pero que toca un tema altamente relevante en el estudio de la biología.

PREGUNTA N° 36.

En una persona que sufre una extirpación parcial del intestino delgado se dificultará proceso de:

- I) Emulsión de grasas
- II) Digestión de polipéptidos
- III) Absorción de monosacáridos

- A) I, II y III
- B) Sólo I y II
- C) Sólo I y III
- D) Sólo II y III ✓
- E) Sólo II

En el encabezado de la pregunta se debe ser más preciso e indicar exactamente qué parte del intestino delgado se ha extraído.

PREGUNTA N° 39.

Después de un intenso ejercicio en su especialidad, un levantador de pesas presenta una mayor concentración de ácido láctico en:

- A) Aorta
- B) Arteria pulmonar
- C) Vena yugular
- D) Vena hepática
- E) Vena subclavia ✓

Es una pregunta irrelevante ya que sólo mide memoria.

PREGUNTA N° 40.

Para comparar el transporte de gases por parte de 100 ml. de sangre que entran y salen del pulmón, se tienen los siguientes valores:

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1) $N_2 = 0,9$   | 4) $N_2 = 0,9$   |
| 2) $O_2 = 19,0$  | 5) $O_2 = 10,6$  |
| 3) $CO_2 = 58,0$ | 6) $CO_2 = 50,0$ |

De acuerdo a estos datos se puede inferir que :

- I) Los valores (2) y (3) corresponden a sangre que sale del pulmón.
- II) Los valores (3) y (5) corresponden a la sangre que no ha realizado la hematosis.
- III) La hematosis no altera la concentración de nitrógeno en la sangre.
- IV) Los valores (2) y (6) representan la sangre que sale del pulmón.

- A) I, II y III
- B) II, III y IV ✓
- C) Sólo I y III
- D) Sólo III y IV
- E) Sólo II y III

Enunciado confuso. Requiere ser redactada de manera más clara.

PREGUNTA N° 41.

Cuál de las siguientes asociaciones organismo-tipo de respiración NO es correcta:

- I) Mariposa -respiración traqueal
- II) Serpiente -respiración branquial
- III) Lombriz de tierra -respiración cutánea
- IV) Gallina -respiración pulmonar

- A) I y II
- B) I y III
- C) Sólo I
- D) Sólo II ✓
- E) Sólo IV

Pregunta irrelevante, ya que es sólo una memorización que no considera algún tipo de razonamiento, relación o conceptualización. Esta pregunta tiene una relación mínima con los contenidos programáticos y no apunta a discriminar entre los distintos modos de respiración.

## ANEXO 3:

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N° 11 (PARTE I)  
DE PRUEBA SIES DE CIENCIAS (FÍSICA)<sup>34</sup>

11 ¿Con qué característica de una onda sonora está relacionada la intensidad de los sonidos que escuchamos?

- (A) Frecuencia.
- (B) Amplitud.
- (C) Velocidad.
- (D) Forma.
- (E) Longitud de onda.

De acuerdo con los libros de Física<sup>35</sup>, se define la intensidad  $I$  de una onda y se presenta la ecuación

$$I = \frac{1}{2} \rho (\omega s_{m\acute{a}x})^2 v$$

donde

$\rho$ : es la densidad de masa del medio en que se propaga la onda (aire o agua, por ejemplo)

$\omega = 2\pi f$  es la frecuencia angular ( $f$  es la frecuencia, es decir, el número de oscilaciones por segundo)

$s_{m\acute{a}x}$ : es la amplitud de la onda, denota la mayor desviación del medio que oscila desde su posición de equilibrio<sup>36</sup> y

$v$  es la velocidad de propagación de la onda en ese medio

Aunque la longitud de onda  $\lambda$  no aparece explícitamente en la fórmula la relación entre  $\lambda$ ,  $v$  y  $f$  es

$$v = \lambda f \text{ ó}$$

$$f = v/\lambda \text{ ó}$$

$$\omega = 2\pi v/\lambda$$

<sup>34</sup> Pregunta aparecida en el modelo de prueba SIES de Ciencia, en *El Mercurio* el 12 de mayo de 2002.

<sup>35</sup> Por ejemplo, *Física*, Tomo 1, de Raymond A. Serway (Editorial Mc Graw Hill, Cuarta Edición, en español) p. 485, sección 17.3: Intensidad de las Ondas Sonoras Periódicas.

<sup>36</sup> Definida en ibídem, p. 483.

por lo que, dependiendo de las variables que se usen (por ejemplo, reemplazando  $w$ , en términos de  $v$  y  $\lambda$ ) la intensidad se puede considerar también una función de la longitud de onda  $l$ .

**Entonces, explícitamente, y tal como está descrita en la ecuación la intensidad de las ondas sonoras periódicas  $I$  depende de la frecuencia, de la amplitud y de la velocidad. Si uno tiene otra expresión en mente, la longitud de onda  $l$  también entra en juego.**

Finalmente, esta expresión está calculada para ondas sinusoidales<sup>37</sup>. Para otro tipo de ondas, la expresión, aunque cualitativamente similar, será, en general, diferente, así que **la intensidad de las ondas sonoras  $I$  también depende de la forma de la onda considerada.**

Así, podemos concluir que la pregunta 11 de la parte I del Modelo de Prueba SIES de Ciencias contiene no sólo problemas de forma, sino problemas conceptuales fundamentales. En la pauta de corrección se dice explícitamente que la única alternativa correcta es la B, con lo que se cae en un error inaceptable. Lo anterior nos indica que en el SIES, la confección de las preguntas, parte fundamental en la implementación de un instrumento de medición de conocimientos, fue realizada en algunos casos por personas que no dominan el área sobre el que están preguntando.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ACT. *Getting into the ACT, Official Guide to the ACT Assessment*. ACT Harcourt Brace & Company, 1990.
- Consejo de Rectores. Declaración Pública del Consejo de Rectores, publicada el 29 de agosto de 2002 en *La Segunda*.
- Dussaillant, F. "Comportamiento Estratégico y Respuestas Graduadas en el SIES". *Puntos de Referencia* N° 258, Centro de Estudios Públicos, mayo 2002. [Reproducido en *Estudios Públicos* N° 87 (invierno 2002), pp. 346-361.]
- Ministerio de Educación. "Biología/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Primer Año Medio, Formación General Educación Media". Santiago: 1998.
- Ministerio de Educación. "Biología/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Segundo Año Medio, Formación General Educación Media". Santiago: 1999.
- Ministerio de Educación. "Biología/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Tercer Año Medio, Formación General Educación Media". Santiago: 2000.
- Ministerio de Educación. "Biología/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Cuarto Año Medio, Formación General Educación Media". Santiago: 2001.

<sup>37</sup> O movimiento armónico simple, como se lo llama explícitamente en el primer párrafo de la página 485 debajo de la Figura 17.4 del libro *Física*, Tomo 1 de Raymond A. Serway (Editorial Mc Graw Hill, Cuarta Edición, en español).

- Ministerio de Educación. “Física/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Primer Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 1998.
- Ministerio de Educación. “Física/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Segundo Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 1999.
- Ministerio de Educación. “Física/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Tercer Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 2000.
- Ministerio de Educación. “Física/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Cuarto Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 2001.
- Ministerio de Educación. “Química/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Primer Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 1998.
- Ministerio de Educación. “Química/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Segundo Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 1999.
- Ministerio de Educación. “Química/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Tercer Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 2000.
- Ministerio de Educación. “Química/Ciencias Naturales, Programa de Estudio, Cuarto Año Medio, Formación General Educación Media”. Santiago: 2001.
- Ministerio de Educación. Planes y Programas. En [www.mineduc.cl](http://www.mineduc.cl), 2002.
- Ministerio de Educación. Resolución Exenta N° 4421 del 23 de noviembre de 2001. Fija calendario escolar 2002 para Región Metropolitana.
- Mayorga, N. “El impacto del SIES: Física”. En F. Dussillant (ed.), “El SIES: Su Impacto en la Calidad y Libertad de la Enseñanza”. *Estudios Públicos* 87 (invierno 2002).
- Prueba de Conocimientos Específicos de Física, Pruebas de Selección N° 12: PCE de Física, publicado por *La Nación* y disponible en [www.paa.cl/pcefis.pdf](http://www.paa.cl/pcefis.pdf), 2002.
- Prueba de Conocimientos Específicos de Biología. Forma 1. Edición 1998.
- Serway, R. *Física*, Tomo 1. Editorial Mc Graw Hill, cuarta edición, en español.
- SIES, Proyecto Fondef, Modelo de Prueba Ciencias, *El Mercurio*, 12 de junio, 2002.
- SIES, Proyecto Fondef, Respuestas a Preguntas Frecuentes, en [www.terra.cl/sies/index.cfm?pagina=aqui\\_respuestas&inicio=11](http://www.terra.cl/sies/index.cfm?pagina=aqui_respuestas&inicio=11), 2002.
- The College Board. *Real SAT II: Subject Tests*. College Board Publications, 2000. □