

EL SIES Y LA MATEMÁTICA

Comisión de Matemática*

Presidente: EDUARDO FRIEDMAN

Ph.D., U. de Princeton. Profesor Titular, Departamento de Matemática, Universidad de Chile, Cátedra Presidencial de Ciencias.

Integrantes: LUIS ARANCIBIA

Profesor de Estado de Matemática, Universidad de Chile. Profesor, Instituto Nacional y Universidad de Santiago.

RODRIGO BAMÓN

Ph.D., Instituto de Matemática Pura y Aplicada, Río de Janeiro. Profesor Asociado, Departamento de Matemática, Universidad de Chile. Coautor de la serie de textos de enseñanza media *Matemática Activa* (Ed. Mare Nostrum).

FRANCISCA DUSSAILLANT

Ingeniero Civil, Universidad Católica de Chile y M.A. en Educación, Universidad de North Carolina, Chapel Hill. Investigadora, Centro de Estudios Públicos.

ROLANDO REBOLLEDO

Docteur d'État, U. de Paris VI. Profesor Titular, Departamento de Matemática, Universidad Católica de Chile. Cátedra Presidencial de Ciencias.

RUBÍ RODRÍGUEZ

Ph.D., Universidad de Columbia. Profesor Titular, Departamento de Matemática, Universidad Católica de Chile. Cátedra Presidencial de Ciencias.

JORGE SOTO ANDRADE

Docteur d'État, U. de Paris-Sud. Profesor Titular, Departamento de Matemática, Universidad de Chile. Coautor de la serie de textos de enseñanza media *Matemática Activa* (Ed. Mare Nostrum).

REGINA ÚRMENETA

Profesora de Estado de Matemática, Universidad de Chile. Jefe del Departamento de Matemática, Liceo Peñaflores.

JAIME VELÁSQUEZ

Licenciado en Matemática, Universidad Católica de Valparaíso. Profesor, Departamento de Matemática, The Grange School.

* La comisión fue convocada el 7 de junio de 2002 por el Centro de Estudios Públicos para realizar un estudio de la prueba SIES de matemática. El informe apareció en el *Documento de Trabajo* N° 338 (agosto 2002), del Centro de Estudios Públicos.

Todos los artículos y documentos sobre el proyecto SIES que ha publicado el CEP se encuentran disponibles en www.cepchile.cl

A continuación se reproduce el informe elaborado por la Comisión de Matemática del Centro de Estudios Públicos respecto a las nuevas propuestas para la admisión a la universidad (proyecto SIES). El análisis técnico realizado por la Comisión incluye una evaluación de los aspectos innovativos del SIES y un examen comparativo de las actuales pruebas de admisión en matemática (PAA-Matemática y prueba específica de matemática) y la prueba SIES de matemática.

A juicio de la Comisión, entre las nuevas medidas que contempla el SIES sólo la propuesta de establecer puntajes comparables convence plenamente. Las restantes innovaciones —eliminación de la prueba específica de matemática, introducción de preguntas con alternativas semicorrectas de respuesta, y el recambio total del equipo a cargo de las pruebas de admisión— constituirían gravísimos errores. La Comisión, en consecuencia, se pronuncia categóricamente en contra de la aplicación de pruebas de matemática construidas en base al paradigma del proyecto SIES. Sugiere, en cambio, introducir cuidadosamente cambios graduales en la PAA, agregándole algunos contenidos importantes del actual programa curricular de la enseñanza media.

Las nuevas propuestas para la admisión universitaria en Chile han generado un debate natural, debido a la trascendencia que tendría su implementación. Es importante no olvidar la preponderancia que debe tener en este debate la discusión de los contenidos incluidos en las pruebas y la calidad de las preguntas. Éstas son materias esencialmente técnicas, particularmente en el caso de matemática y las ciencias. La enseñanza e investigación en matemática es un tema de importancia estratégica para nuestro país. La matemática no sólo está en el corazón de todo desarrollo científico o innovación tecnológica, sino que, además, es soporte del desarrollo cognitivo de los niños desde su infancia. Chile necesita una enseñanza matemática de calidad para que sus ciudadanos desarrollen las capacidades intelectuales necesarias para insertar al país en el mundo desarrollado.

Por esto, los profesores e investigadores de matemática no pueden quedar al margen del debate sobre los exámenes de admisión universitaria. Este informe es el fruto unánime de una reflexión llevada a cabo por cinco profesores universitarios especializados en la investigación de la matemática, por tres profesores de matemática de educación media y por una investigadora educacional. Nuestro propósito ha sido producir en pocas semanas un estudio técnico del nuevo Sistema de Ingreso a la Educación Superior (SIES) y de las actuales pruebas de admisión en matemática. Las opiniones vertidas son de nuestra exclusiva responsabilidad. Esperamos que especia-

listas de otras disciplinas también estudien el proyecto SIES, para así poder llegar a un análisis global.

En las primeras cinco secciones nos proponemos examinar, por separado, cada una de las siguientes innovaciones que contempla el proyecto SIES, tal como ha sido propuesto hasta ahora:

1. *Relación directa y más estrecha* (que la actual PAA) con los contenidos mínimos de toda la educación media. Las cuatro pruebas SIES serán rendidas por todos los postulantes y cubrirán los contenidos mínimos obligatorios de ciencias, historia y geografía, lenguaje y matemática, de los cuatro años de educación media. Dentro de la prueba de ciencias habrá además una parte a elección del estudiante, según quiera ser examinado en biología, física, química o tecnología. (Actualmente la PAA no supone conocimientos más allá del programa de primero medio y versa sólo sobre lenguaje y matemática.)

2. *Eliminación de las Pruebas de Conocimiento Específico* (PCE), actualmente basadas en los planes comunes y diferenciados (avanzados) de la educación media. (Participar del plan diferenciado de matemática supone duplicar el tiempo dedicado a la asignatura en tercer y cuarto año medio.)

3. *Implementación de un nuevo sistema de puntajes* que permita la comparación de resultados de año en año.

4. *Implementación de alternativas semicorrectas en las nuevas pruebas*. Parte de cada prueba tendrá un nuevo tipo de problemas en que una alternativa recibirá el puntaje máximo para esa pregunta y una o dos de las alternativas (las semicorrectas) recibirán puntaje parcial.

5. *Cambio del equipo que confecciona las pruebas*. En un principio se intentó una cooperación entre el SIES y el Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo (DEMRE), actualmente encargado de las pruebas de admisión en todos sus aspectos. Desgraciadamente, esto sólo duró dos meses, por lo que actualmente trabajan dos grupos sin relación entre sí.

La sección 6 presenta los resultados del *análisis técnico*. Éste consistió en examinar, siguiendo una misma pauta, las preguntas incluidas en los siguientes tres instrumentos: 1) el folleto SIES de matemática; 2) un facsímil escogido al azar de una prueba reciente de aptitud académica de matemática, y 3) un facsímil escogido al azar de una prueba reciente de conocimientos específicos de matemática¹.

Las conclusiones generales y recomendaciones se encuentran en la sección 7.

¹ El folleto SIES de matemática que se analiza aquí corresponde al que apareció publicado en *El Mercurio* del 22 de mayo de 2002 y se encuentra disponible en www.sies.cl. Tanto el facsímil de la PAA-M como el de la PCE-M utilizados en este análisis se encuentran en www.cepchile.cl

1. LOS CONTENIDOS MÍNIMOS Y EL SIES

Sin lugar a dudas, el tema que más debate ha suscitado es la medición en la prueba SIES de contenidos de toda la enseñanza media. Por supuesto que esto no tiene por qué significar que todos los contenidos mínimos obligatorios sean examinables. Puede suponerse que se seleccionarían los más importantes. Los investigadores del proyecto SIES han señalado la contradicción que implica establecer un currículum mínimo nacional para después no requerir casi nada de éste en la principal prueba de admisión.

Aunque la selección de los postulantes más aptos para la universidad es el principal objetivo de toda prueba de admisión, no es menos cierto que todo sistema de admisión afecta inevitablemente a la escuela. El proyecto SIES desea potenciar este efecto y así aprovecharlo directamente para lograr que los contenidos mínimos no se queden en el papel de un decreto. Se ha criticado al proyecto SIES por salirse de su marco de prueba de selección universitaria e intentar influir directamente en la escuela al medir los logros de la enseñanza media. Algunos ven en esto una herramienta para mejorar nuestra educación, otros temen el cercenamiento de la libertad de enseñanza. Los jóvenes de tercero medio mientras tanto tratan de dilucidar si sabrán lo suficiente para rendir la prueba SIES.

Nos parece evidentemente atractiva la idea de estimular que los alumnos aprendan más matemática. Sin embargo, nos parece igualmente de Perogrullo que un tema de esta profundidad se debe resolver gradualmente, basándose en resultados empíricos, mediante un proceso de retroalimentación en que las pruebas influyan en los colegios y éstos en las pruebas. Este proceso tiene un retardo natural de varios años. Se trata del tiempo de reacción del profesor en aula a la prueba que han rendido cohortes anteriores sumado al tiempo requerido para efectuar y medir cambios en los estudiantes. *Cualquier intento de introducir cambios que sobrepasen la velocidad natural de reacción del sistema escolar y de autocorrección del sistema de admisión se condena a una muerte súbita.*

2. LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DE MATEMÁTICA (PCE-M)

La eliminación de la Prueba de Conocimientos Específicos de Matemática (PCE-M) ha levantado mucho menos controversia pública, a pesar de que 72.410 jóvenes la rindieron en diciembre de 2001². Hemos examinado en detalle las preguntas de la PCE-M incluidas en un facsímil del DEMRE de junio de 2001 (véase en Anexo, sección D, el detalle del análisis).

² Cifra obtenida de la base de datos PAA-PCE, proceso de admisión 2002, DEMRE.

Del análisis de las preguntas concluimos que se trata de una buena prueba que mide adecuadamente la gran mayoría del programa de matemática. En general las preguntas están hechas con cuidado y precisión, no se dan alternativas ni preguntas engañosas y se mide la comprensión del tema, no la memorización de fórmulas o rutinas. De nuestro breve análisis se desprende que aunque la prueba parece adecuada en general, hay claramente algunos aspectos por mejorar. El lector encontrará nuestro análisis detallado en el sitio www.cepchile.cl.

De nuestra conclusión de que la PCE-M es una prueba ampliamente competente para medir el conocimiento y la capacidad matemática del alumno, se deduce lo absurdo de eliminarla antes que otro sistema haya sido ampliamente probado. Es esencial poder discernir entre quién tiene y quién no tiene aptitud y tesón para matemática. Una facultad de Ingeniería o Ciencias podría soportar, aunque muy a desgano, que sus alumnos recién llegados supiesen poca matemática. Éste sería el efecto probable de no haberse preparado en la profundidad que exige la PCE-M, dedicándose en cambio a cuatro pruebas generales. *Lo que estas facultades no pueden tolerar es admitir alumnos sin talento matemático a carreras que requieran mucha matemática.* Desgraciadamente, se trata de una consecuencia casi segura de la eliminación de la PCE-M. Suprimirla es correr inútilmente un gran riesgo. *Nuestros decanos de Ingeniería o de Ciencias tienen el deber de solicitar a nuestros rectores decretar la mantención de la PCE-M mientras no esté demostrada la capacidad predictiva del proyecto SIES.*

Es importante señalar también la preocupación de los colegios ante el desincentivo al estudio avanzado que significará la supresión de su evaluación mediante la PCE-M. Se prevé así un empobrecimiento de los estudios de matemática al evaluarse solamente los contenidos mínimos, lo que llevará a la desaparición de la formación diferenciada³. Ésta es otra razón de peso para no suprimir la Prueba de Conocimientos Específicos de Matemática.

3. EL NUEVO SISTEMA DE PUNTAJE

La implementación de un sistema de puntaje que nos permita hacer comparaciones de año en año es todo un acierto del proyecto SIES. Aun cuando se deseché el SIES, esta parte de su propuesta merece ser implementada cuanto antes en Chile. Se trata de un método probado desde hace

³ Ana María Oyaneder, "El SIES: Su Impacto en la Calidad y la Libertad de la Enseñanza", en documento que se incluye en esta misma edición, *supra* señala que sin el Plan Diferenciado de matemática, los futuros ingenieros llegarán a la universidad sin jamás haber visto matrices, números complejos, geometría analítica, exponentes fraccionarios ni la fórmula cuadrática.

tiempo en el extranjero y que tendría indudables ventajas para nuestro país. En Chile la PAA siempre resulta, por construcción, con un promedio nacional de 500 puntos. Perdemos así una preciosa oportunidad de conocer la tendencia general de nuestra educación. Hace más de 20 años el deterioro de los puntajes en el SAT, especie de PAA de Estados Unidos, fue la voz de alarma que permitió enfrentar gravísimos problemas educacionales en ese país.

Otra ventaja de un sistema de comparabilidad de puntajes es que permitiría rendir la prueba dos veces al año, reservando el mejor puntaje. Esto reduciría la ansiedad que embarga a decenas de miles de estudiantes y a sus familias frente a una prueba tan decisiva.

4. LAS ALTERNATIVAS SEMICORRECTAS

El proyecto SIES plantea incluir una sección con alternativas semicorrectas, lo que ha generado controversia. Se trata de una innovación única en el mundo. Es bien sabido que en problemas de desarrollo, los buenos profesores otorgan puntaje parcial por una respuesta parcial. Esto permite diferenciar la situación del alumno que resuelve perfectamente un problema, de aquel que se acerca a la solución con menos precisión. Esta sana política de evaluación parece traicionada por los problemas llamados de “selección múltiple”, es decir, aquellos en los que sólo una alternativa tiene un puntaje completo, mientras que todas las otras alternativas no reciben nada, o bien son levemente castigadas. El alumno que “está cerca” podría recibir el mismo mal puntaje que el que está totalmente despistado en ese problema. También podría ocurrir que un alumno con una comprensión parcial del problema “adivine” la alternativa correcta y reciba el mismo puntaje que el alumno que lo ha resuelto perfectamente.

La estrategia de incluir una o dos alternativas semicorrectas permitiría, en la explicación de los responsables del proyecto SIES, “evaluar contenidos que se manifiestan en diversas graduaciones, niveles y matices”, con lo que se lograría “reflejar los diversos grados de complejidad que puede adquirir el conocimiento” (véase www.sies.cl, “El Modelo de Evaluación”). Aunque parece ser una idea interesante, surgen varias interrogantes al hacer una lectura detallada de los diez problemas de matemática con alternativas semicorrectas publicados por el SIES (véase www.sies.cl). Creemos que todo profesor de matemática tendrá una impresión altamente negativa apenas lea las alternativas semicorrectas. Si bien estamos acostumbrados a oír y leer respuestas parciales de parte de nuestros alumnos, es

muy distinto fomentarlas. Creemos que este tipo de prueba tendrá un impacto negativo en el aula, donde se le tratará de imitar con el fin de preparar a los alumnos.

Introducir el concepto de respuesta semicorrecta es una aberración para una correcta actitud matemática. En matemática debemos contentarnos sólo con la solución exacta a un problema preciso. Se trata de una actitud difícil de inculcar, incluso a estudiantes de educación superior, y es parte esencial del espíritu de las matemáticas. En el escenario SIES, nuestros profesores de enseñanza media deberán enseñar que hay respuestas correctas y semicorrectas. Ambas verdaderas, pero una verdad mejor que la otra. *Estimamos nefasto que en lugar de apuntar a resolver problemas se tome el camino de precisar distinciones entre respuestas, según su grado de corrección.* Esto es tan productivo como determinar cuántos ángeles pueden bailar en la punta de un alfiler.

Pasada la primera incredulidad de leer alternativas semicorrectas en matemática, vale la pena superar nuestra reacción inicial y tratar de ver los problemas desde el punto de vista del alumno. Recordemos que las respuestas semicorrectas no contienen información falsa. Simplemente contienen información menos completa que la alternativa con puntaje máximo. Por ejemplo, si la respuesta buscada es

A. 390

la alternativa semicorrecta puede ser: **B. Entre 350 y 400**

mientras que las incorrectas son: **C. 90 D. 270 E. Más de 400**

En este caso las alternativas A y B son verdaderas, pero la semicorrecta B contiene menos información. Dicho de manera formal, en el modelo del proyecto SIES la alternativa correcta implica lógicamente toda alternativa semicorrecta, pero ninguna alternativa semicorrecta implica la correcta. Las alternativas incorrectas son falsas, es decir, no se deducen del enunciado del problema. El ejemplo anterior no fue inventado al azar. Si sacamos el cero final, obtenemos exactamente las alternativas ofrecidas a la pregunta 9, Parte II, del mencionado folleto del SIES.

Veamos cómo reaccionaría el alumno al saber que se ofrece una alternativa semicorrecta. Sin leer siquiera el enunciado, el alumno puede estar completamente seguro, por un proceso de descarte, que la respuesta de puntaje máximo es A. Efectivamente, la alternativa E no puede ser verdadera ya que no hay alternativa compatible con ella. Las respuestas C y D tampoco pueden ser verdaderas por la misma razón. Aun más, si B

mereciera puntaje máximo, A también lo merecería, con lo que habría dos alternativas de puntaje máximo. Esto está vedado por la construcción de la prueba y asegura al alumno que debe elegir la alternativa A, sin siquiera leer el enunciado. En cinco de los diez problemas del folleto SIES de matemática es posible descartar de este modo tres o cuatro de las cinco alternativas. Este efecto no deseado fue señalado por Francisca Dussailant en un estudio del CEP⁴.

Hay maneras de quitarle fuerza al método del descarte. Lo más sencillo sería avisar que hay algunas preguntas sin respuesta semicorrecta, pero no decir cuáles ni cuántas. Sin embargo, es un problema altamente complejo, y hasta ahora mal abordado por el proyecto SIES, el dar alternativas semicorrectas sin traicionar información sobre la alternativa correcta. De hecho, en cuatro de las diez preguntas graduadas del folleto, el estudiante que llegue a la respuesta semicorrecta no necesitará seguir resolviéndolas, ya que podrá encontrar la de puntaje máximo de un vistazo a las alternativas.

Imaginemos que nuestro joven, enfrentado a una nueva pregunta graduada, ha decidido que le valdría la pena resolverla. Supongamos que lo hace correctamente y se da cuenta, para tomar un ejemplo del folleto SIES (pregunta 6, parte II), que la recta L_1 es paralela con la recta L_3 y perpendicular con la recta L_2 . Ya no le bastará con seleccionar la alternativa (verdadera) “ L_2 es perpendicular con L_1 y L_3 ”, sino que deberá leer cuidadosamente todas las otras alternativas para ver si hay alguna con más información. Esto en sí mismo no es un ejercicio absurdo, pero representa un tipo de razonamiento que no es común en las escuelas en ninguna parte del mundo. Aunque el proyecto SIES afirma que “las preguntas de la Parte II evalúan niveles más avanzados del conocimiento y el empleo de habilidades superiores”, nos parece que el folleto SIES *simplemente obliga a los alumnos a resolver crucigramas bizantinos*.

Veamos el caso de un alumno que no puede resolver completamente un problema. Puede haber llegado a la alternativa semicorrecta ofrecida. Pero este mismo alumno puede haber llegado a cualquier otra cosa. Por ejemplo, en el problema 9 de la parte II, la alternativa de puntaje máximo (y la única exacta) es 39, mientras que la semicorrecta ofrecida es “entre 35 y 40”. El alumno que se equivoque en dos de más y obtenga 41, tomará la alternativa “más de 40”, con lo que recibirá puntaje negativo. Otro alumno que se equivoque en dos de menos y obtenga 37, marcará la alternativa semicorrecta con lo que recibirá puntaje positivo. El planteo del problema,

⁴ Ver Francisca Dussailant, “Comportamiento Estratégico y Respuestas Graduadas en el SIES”, *Punto de Referencia* N° 258 (mayo 2002), CEP, reproducido en documento “Debate Público”, en esta misma edición, *supra*.

a nuestro juicio, no justifica premiar a uno de estos alumnos por sobre el otro. *Los problemas en matemática no tienen una vía única de solución, por lo que hay muchísimas respuestas incompletas. Elegir algunas es favorecer a quien piensa como el autor del problema. Pocas cosas nos parecen más alejadas de la buena senda pedagógica.*

Debemos enfatizar que es muy difícil crear buenos problemas con alternativas semicorrectas razonables. Para esto, las semicorrectas deben representar verdaderos pasos intermedios. Además tienen que contener estrictamente menos información que la alternativa correcta y no delatarla. En general el folleto del SIES resuelve muy pobremente estas dificultades. Frecuentemente las alternativas semicorrectas ofrecidas son alcanzables solamente después de haber resuelto totalmente el problema y desechado información. Esto traiciona toda la intención de medir habilidades y conocimientos intermedios. En otros casos, las preguntas del folleto del SIES logran alternativas semicorrectas por el simple expediente de preguntar sobre dos cosas. Entonces la alternativa de mayor puntaje es simplemente la que aparece con mayor información. Huelga decir que este tipo de pregunta está totalmente expuesto al método del descarte, ya que es generalmente obvio que algunas alternativas son más pobres.

Otro escollo importante para el esquema de preguntas con varias alternativas verdaderas, es decidir cómo penalizar las respuestas incorrectas. En general, para minimizar la probabilidad de un buen puntaje debido al azar, se penaliza levemente toda respuesta incorrecta. Si hay pocas alternativas incorrectas, se debería penalizar fuertemente el error, lo que tendería a inhibir al alumno que sabe pero no está muy seguro de sí mismo. La otra opción es dar más alternativas o aumentar el número de preguntas de la prueba, pero esto tiene un límite natural que nos parece prudente estudiar.

Veamos ahora qué pasaría en una prueba tradicional de matemática con alternativas múltiples y preguntas complejas, pero sin alternativas semicorrectas. El buen alumno resolvería la gran mayoría de los problemas, seleccionaría la única respuesta verdadera, recibiría un alto puntaje y podría optar a las carreras que requieren una alta destreza matemática. El mal alumno no podría resolver los problemas, sacaría un mal puntaje y no llegaría a carreras donde estaría destinado a fracasar. El alumno intermedio encontraría muchos problemas que sólo podría resolver parcialmente. Este proceso parcial le ayudaría a veces a descartar alternativas falsas. Naturalmente, elegiría al azar entre las dos o tres respuestas que no ha podido descartar. Y si hiciera esto en varios problemas, por las sencillas leyes de la probabilidad, recibiría un puntaje intermedio entre el buen y el mal alumno. Es decir, salvo algunas escasas e inevitables excepciones estadísticas, una

prueba de alternativas tradicional recompensa el conocimiento parcial por sobre la ignorancia total, sin incurrir en ninguno de los problemas que señaláramos anteriormente. *Las pruebas con alternativas semicorrectas son una solución que no resulta para un problema que no existe.*

5. EL CAMBIO DE EQUIPO

Un equipo nuevo trae ideas frescas. Un sistema de puntajes comparables sería una saludable mejora de nuestro sistema de admisión. También es importante ir cambiando poco a poco la PAA-M y la PCE-M. Con el tiempo, las pruebas tienden a repetir su estilo, se tornan predecibles y algo autorreferentes. Por esto, conviene incorporar nuevos tipos de preguntas a las actuales pruebas. La prueba SAT que se aplica en EE. UU. (similar a la PAA chilena), por ejemplo, tiene problemas con la “respuesta numérica exacta”, en que el alumno debe rellenar la respuesta sin que se le ofrezca alternativa alguna. Esto no alcanza a ser una pregunta de desarrollo, pero es más que un problema de selección múltiple. También podría estudiarse incluir preguntas en las que el alumno deba marcar todas las alternativas verdaderas.

Sin embargo, es peligroso comenzar con un equipo totalmente nuevo, descartando la experiencia acumulada de muchos años. Nuestro análisis del folleto SIES demuestra que hay graves problemas en la implementación de la filosofía del mismo proyecto, aún si uno la aceptara plenamente. No basta con ser un brillante matemático y muy buen profesor para hacer pruebas de alternativas en que se juega el futuro de miles de personas. Es fundamental que este mismo matemático tenga experiencia en este tipo de instrumento de evaluación. *Las nuevas pruebas deben nacer tanto de la experiencia de los artífices como del experimento previo a la experimentación.* Se hace importante, entonces, evaluar técnicamente el trabajo de cada equipo, lo que nos lleva a la parte final y más importante de nuestro estudio, el análisis técnico de las pruebas.

6. ANÁLISIS TÉCNICO

Hemos examinado una a una las veinticinco preguntas del folleto SIES de matemática (www.sies.cl), así como un número comparable de preguntas de un facsímil de la PAA de matemática (las treinta preguntas pares) y de un facsímil de la PCE-M (las veinticinco preguntas impares);

estos dos últimos facsímiles se encuentran en www.cepchile.cl. En el Anexo se encuentran los resultados del análisis, pregunta a pregunta, de las tres pruebas.

De nuestro estudio concluimos que la PAA de matemática es una prueba útil. La prueba mide habilidades, destrezas y también conocimientos básicos importantes. *En general, desde un punto de vista técnico, la PAA está bien hecha, pero debería ser confeccionada con más esmero, ya que encontramos algunos defectos.* La PCE-M también nos parece una prueba útil, ya que mide conocimientos matemáticos importantes y exige pensar y trabajar con cuidado. *Técnicamente, la prueba está bien hecha, pero opinamos que una revisión externa sería recomendable.* Naturalmente, ambas pruebas deben ahora adecuarse a la reforma educacional.

El folleto SIES muestra, en cambio, graves falencias. Ya hemos señalado los inconvenientes de las preguntas con alternativa semicorrecta de la segunda parte de éste. Las preguntas de la primera parte son del tipo de una prueba tradicional, con selección múltiple y una sola respuesta válida. Más de la mitad de las preguntas de esta sección son de bajo nivel, por lo que esta parte se acerca más a un examen mínimo para egresar de la enseñanza media que a una prueba de selección universitaria. La mayoría corresponde a un proceso rutinario y breve o a un reconocimiento directo de definiciones. Llama la atención que las preguntas podrían haber sido elaboradas mucho antes de la reforma educacional puesta en obra por el Ministerio de Educación, ya que en su gran mayoría la ignoran completamente. En efecto, se trata primordialmente de preguntas descontextualizadas o pobremente contextualizadas (con términos que no todos los alumnos manejan, como “depósito bancario”), y que sólo evalúan un aprendizaje muy primario, no llegando al nivel de aprendizaje con comprensión. Probablemente influya en el bajo nivel de estas preguntas el énfasis dado por los autores del proyecto a esta primera parte como correspondiente a “problemas de más rápida resolución”. En nuestra opinión, es al menos discutible que una gran rapidez para resolver un problema de matemática sea un buen predictor de éxito en estudios superiores.

Diez de los diez problemas de la parte II del folleto SIES nos merecen objeciones. La mayoría de las preguntas de la parte II del folleto no piden resolver directamente un problema, sino que dirimir cuál alternativa es “más precisa” (N° 1, 4, 5 y 7) o “más completa” (N° 2, 6 y 8). Una pregunta (N° 9) es tan fácil de resolver dando un vistazo a las alternativas, sin leer el enunciado, que queda invalidada (no se sabe qué terminaría midiendo); tres problemas tienen defectos (algunos graves) de lenguaje; una (N° 2) es lenta de resolver aun para un matemático profesional y otra (N° 1) mide un contenido fuera del programa (parte del Plan Diferenciado). En

cinco problemas las alternativas semicorrectas son arbitrarias o forzadas, es decir, no representan etapas intermedias de resolución o comprensión del problema. En dos problemas de la parte II, la alternativa señalada como semicorrecta no se ajusta al modelo del mismo proyecto SIES (“Un modelo lógico para la graduación de preguntas en el área de matemáticas”, p. 22 del folleto SIES citado). A pesar que se avisa que el modelo se aplica “a la mayor parte de las preguntas”, no se explicita qué modelo se aplicaría en su defecto.

En resumen, el folleto nos parece viciado en su concepción (preguntas graduadas) y de bajo nivel técnico. Una prueba de admisión a nuestras universidades de este tipo, lejos de reconocer habilidades superiores, propenderá a recompensar a quien esté imbuido del estilo propugnado por el SIES. Los siguientes cuadros resumen elocuentemente la diferencia entre las pruebas actuales y el folleto SIES de matemática.

Las dos primeras categorías son preguntas que miden algún contenido de manera demasiado superficial para prestar mayor utilidad en la selección universitaria. Algunas de las preguntas clasificadas como *procedimiento complejo* también pecan de superficiales, aunque requieren al menos dos pasos (sencillos) para su resolución. Esto se aplica a dos preguntas en la PCE-M (N° 11 y 45), una pregunta en la PAA (N° 10) y una pregunta en el folleto SIES (N° 4).

Se consideró como *errores leves* aquellos que aunque puedan distraer o demorar al estudiante en la comprensión del problema, generalmente no inducen a responder mal. Las preguntas con este tipo de error contienen faltas de esmero en el lenguaje o dibujos, o alternativas engañosas.

Los *errores graves* en cambio, son fallas en la formulación del problema que pueden inducir a equivocaciones o vicios en la medición.

Los *errores invalidantes* son aquellos que cambian totalmente la intención del problema, de manera que éste ya no estaría midiendo —ni siquiera parcialmente— aquello para lo cual fue formulado.

TABLA N° 1: CLASIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS SEGÚN SU COMPLEJIDAD

	Reconocimiento	Procedimiento rutinario	Procedimiento complejo	Resolución de problemas
PAA-M	0%	7%	53%	40%
PCE-M	0%	4%	60%	36%
SIES	12%	24%	24%	40%

Fuente: Comisión de Matemática CEP, en base a análisis incluido en el Anexo.

TABLA N° 2: EVALUACIÓN DE LAS PREGUNTAS

	Preguntas sin error	Con errores leves	Con errores graves	Con errores invalidantes
PAA-M	85%	12%	0%	3% (error tipográfico)
PCE-M	80%	20%	0%	0%
SIES	28%	40%	28%	4% (respuesta obviamente delatada)

Fuente: Comisión de Matemática CEP, en base a análisis incluido en el Anexo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo que ha presentado hasta ahora el proyecto SIES, sólo nos convence plenamente la idea de establecer puntajes comparables. Nos parece saludable experimentar gradual y cuidadosamente con la PAA, agregándole algunos contenidos importantes de la matemática de toda la enseñanza media. Nos parecen errores gravísimos suprimir la Prueba de Conocimientos Específicos de Matemática (PCE-M), incorporar alternativas semicorrectas y hacer un recambio total del equipo a cargo de las pruebas de admisión. *Nos parece que el equipo actual no muestra las destrezas necesarias para hacer una buena prueba el año 2003.* Recordemos que el camino al peor destino está pavimentado de las mejores intenciones.

En consecuencia, recomendamos desechar definitiva y urgentemente la idea de aplicar pruebas de matemática confeccionadas con el paradigma del proyecto SIES.

Asimismo, creemos que debe asegurarse que el equipo que coordine un nuevo instrumento esté encabezado por personas capaces de llegar a consensos respetando la opinión de la comunidad matemática. Una vez entregado el informe final del proyecto FONDEF-SIES, se debe designar una comisión capaz de llegar sin prisas ni presiones a un esquema para las nuevas pruebas de admisión superior. Este esquema debe ser consensuado entre rectores, decanos de ingeniería y ciencias, directores de colegios, profesores de matemática, tanto de educación como superior, y especialistas en evaluación educacional.

El cambio de instrumento debe promulgarse cuatro años antes de su primera implementación, para dar tiempo al sistema escolar a adaptarse.

ANEXO: ANÁLISIS DEL SIES, PAA-M Y PCE-M

A. Pauta de análisis

Este anexo presenta el análisis realizado, pregunta a pregunta, del folleto SIES de matemática, de un facsímil de la PAA de matemática y de un facsímil de la PCE de matemática. Las tres pruebas se examinaron utilizando una misma pauta y luego se elaboraron cuadros con los resultados obtenidos.

Clasificación. Según los pasos requeridos para ser contestadas, las preguntas se clasificaron en:

Preguntas de reconocimiento. Para su resolución sólo se requiere recordar o reconocer definiciones, sin ejecutar cálculos ni razonamiento. Ejemplo: reconocer un ángulo obtuso;

Preguntas de procedimiento rutinario. Para su resolución sólo se requiere ejecutar un paso sencillo. Ejemplo: encontrar la medida de un ángulo del centro que corresponde a un ángulo inscrito dado;

Preguntas de procedimiento complejo. Para su resolución se requiere ejecutar dos o más pasos, aunque cada uno sea sencillo. Ejemplo: encontrar el área de la región comprendida entre un cuadrado dado y su círculo inscrito (adjuntando una figura);

Preguntas de resolución de problemas. Su resolución escapa a los procedimientos de rutina y requiere la organización de diversos conocimientos o ideas. Ejemplo: calcular la distancia al horizonte mirando desde un cerro de determinada altura, conociendo el radio de la esfera terrestre.

Comentarios. En los cuadros de resultados, la columna “comentarios” contiene las apreciaciones que suscitó cada pregunta, teniendo en consideración, entre otros aspectos, el contenido que mide y el lenguaje utilizado. En los cuadros sólo se indica el año en que se imparte el contenido cuando dicho contenido corresponde a la educación media. También se indica si la pregunta presenta una alternativa “pilla”¹. Los comentarios negativos aparecen destacados en negritas en los cuadros.

Evaluación. Los errores encontrados en las preguntas se clasificaron en: invalidantes, graves y leves.

Se consideró como *errores leves* aquellos que aunque puedan distraer o demorar al estudiante en la comprensión del problema, generalmente no inducen a responder mal. Las preguntas con este tipo de error contienen faltas de esmero en el lenguaje o dibujos, o alternativas engañosas.

¹ Por alternativa “pilla” entendemos que el enunciado lleva naturalmente a calcular un cierto número (o expresión), pero de forma poco natural se pregunta por otro, dándose la alternativa natural para “pillar”. Ejemplo: dar información sobre m , preguntar $2m-1$ pero también dar m como alternativa.

Los *errores graves*, en cambio, son fallas en la formulación del problema que pueden inducir a equivocaciones o vicios en la medición.

Los *errores invalidantes* son aquellos que cambian totalmente la intención del problema, de manera que éste ya no estaría midiendo —ni siquiera parcialmente— aquello para lo cual fue formulado.

B. Análisis del folleto SIES

Comentario general

Analizamos aquí las veinticinco preguntas del modelo de prueba SIES de matemáticas, publicado en el diario *El Mercurio* el 22 de mayo de 2002. (Las preguntas están disponibles en www.sies.cl)

De las veinticinco preguntas incluidas en el folleto SIES (véanse cuadros A1 y A2), seis (24%) son del tipo *procedimiento complejo*, diez (40%) de *resolución de problemas*, seis (24%) de *procedimiento rutinario* y tres (12%) de *reconocimiento*. Como se aprecia en los cuadros B1 y B2, hay demasiadas preguntas elementales (36% en las categorías “reconocimiento” y “procedimiento rutinario”) y gran cantidad de errores de diversos tipos que señalamos más adelante. Concluimos que una prueba al estilo de este folleto no tendrá capacidad discriminadora para la admisión a la educación superior.

Preguntas Parte I

Más de la mitad de las preguntas de esta sección son de bajo nivel, por lo que esta parte se acerca más a un examen mínimo para egresar de la enseñanza media que a una prueba de selección universitaria. Las preguntas miden en general conocimientos relevantes, pero esto se hace de una manera que favorece la memorización por sobre el razonamiento. Algunas de las preguntas de esta sección (por ejemplo la n° 1, la n° 2, la n° 14 y la n° 15) no se ajustan al espíritu de la reforma educacional.

Preguntas Parte II

Diez de los diez problemas de la parte II nos merecen objeciones. La mayoría de las preguntas de esta sección no piden resolver un problema sino que dirimir cuál alternativa es “más precisa” (N° 1, 4, 5, 7) o “más completa” (N° 2, 6, 8). Una pregunta (N° 9) es tan fácil de resolver de un vistazo a las alternativas, sin leer el enunciado, que queda invalidada (no se sabe qué terminaría midiendo); tres problemas tienen defectos (algunos graves) de lenguaje; una (N° 2) es lenta de resolver aun para un matemático profesional y otra (N° 1) mide un contenido fuera del programa mínimo

obligatorio (parte del Plan Diferenciado). En cinco problemas las alternativas semicorrectas son arbitrarias o forzadas, es decir, no representan etapas intermedias de resolución o comprensión del problema.

La resolución de cinco problemas de esta sección se puede reducir a una o dos alternativas sin leer el enunciado, es decir, leyendo las alternativas y aplicando *análisis estratégico*. Éste consiste en descartar toda alternativa que de tener puntaje máximo no dejaría lugar a una alternativa semicorrecta (es decir, verdadera pero con menos información que la de puntaje máximo). Por ejemplo, en el problema 9 de la parte II se ofrece como alternativas:

- A) 9
- B) 27
- C) 39
- D) Entre 35 y 40
- E) Más de 40.

En este caso, solamente la alternativa C) admite a otra —D)— como semicorrecta. Por lo tanto, C) es la única que puede recibir puntaje máximo, sea cual fuere el enunciado del problema.

Hay otra manera, que llamamos *método del andamio*, que también permite frecuentemente llegar a la alternativa de puntaje máximo sin terminar de resolver el problema. Supongamos, en consonancia con la filosofía del SIES, que un alumno ha podido llegar a convencerse de que una alternativa (el andamio semicorrecto) es verdadera. Sin más trabajo podrá a veces descartar de un vistazo tres alternativas y dar así con la de puntaje máximo. En el ejemplo anterior, el alumno que haya llegado a D) por algún razonamiento matemático, sabrá inmediatamente que C) recibe el puntaje máximo. Otro ejemplo se da en la pregunta 4 de la parte II. El alumno que llegue mediante un proceso de aproximación a la alternativa semicorrecta D) “Más de 25% y menos de 30%”, verá inmediatamente que la alternativa B) “28%” es la alternativa de puntaje máximo. Cuatro de las diez preguntas de la parte II se pueden resolver completamente utilizando este método de trabajo parcial.

En dos problemas de la parte II, la alternativa señalada como semicorrecta no se ajusta al modelo del mismo proyecto SIES (“Un modelo lógico para la graduación de preguntas en el área de matemáticas”, p. 22 del folleto SIES citado). A pesar de que se avisa que el modelo se aplica “a la mayor parte de las preguntas”, no se explicita qué modelo se aplicaría en su defecto.

En resumen, esta sección nos parece defectuosa en su concepción (preguntas graduadas) y de bajo nivel técnico. Una prueba de admisión a nuestras universidades semejante a este folleto, lejos de reconocer habilidades superiores, propenderá a recompensar a quien esté mejor entrenado en la mecánica del SIES.

CUADRO B1: SIES, PARTE I
(Preguntas con sólo una opción correcta)

Nº Clasificación	Comentarios	Evaluación
1 Reconocimiento	Contenido: teorema de Pitágoras. Pregunta demasiado simple.	Sin error
2 Reconocimiento	Mide definición de valor absoluto. Se podría mejorar el lenguaje: la palabra “relación” debe cambiarse por “alternativa”. Pregunta demasiado simple.	Error leve
3 Procedimiento complejo	Contenido: gráfica de una recta a partir de una ecuación (II Medio). Buen ejercicio.	Sin error
4 Procedimiento complejo	Contenido: porcentajes. Por su sencillez, se acerca a “procedimiento rutinario”. Pregunta demasiado simple.	Sin error
5 Procedimiento rutinario	Contenido: probabilidad de la negación del suceso (II Medio). Pregunta demasiado simple. Mide un conocimiento directo que pudo haber sido medido de una manera mucho más interesante.	Sin error
6 Resolución de problemas	Contenido: representación de funciones y tasas de crecimiento (IV Medio). Buen problema. El gráfico de la alternativa correcta debe ser hecho con más esmero: no queda claro que la población siga creciendo.	Error leve
7 Procedimiento rutinario	Mide la definición de notación científica (I Medio). Varias alternativas son matemáticamente correctas pero no calzan con la definición de notación científica, lo que transforma el problema en una estrecha medición de una definición. Hay falta de esmero al no incluir las unidades (km.) en las alternativas. Pregunta demasiado simple, confusa por la mala selección de alternativas.	Error leve
8 Procedimiento rutinario	Contenido: álgebra elemental (I Medio). Pregunta demasiado simple.	Sin error
9 Procedimiento rutinario	Contenido: álgebra elemental (I Medio). Pregunta demasiado simple. Por ser tan común en física, podría ser considerada como “reconocimiento”.	Sin error

(continuación)

10 Resolución de problemas	Contenido: triángulos inscritos y circunscritos a un círculo (II Medio). Sin embargo, el lenguaje es confuso para los estudiantes (aunque correcto para un matemático) porque se pregunta en plural (“puntos que equidistan”) por una respuesta que resulta ser singular. La pregunta se acerca a un recuerdo de definiciones para quienes conocen el circuncentro.	Error leve
11 Procedimiento complejo	Contenido: traslaciones (I Medio). Buen problema.	Sin error
12 Procedimiento rutinario	Contenido: probabilidad elemental (II Medio). Falta de esmero en el lenguaje y en el dibujo: lo natural es girar la rueda y no la flecha, por lo que el problema incurre en una falta de contextualización y de claridad. No se aclara en el dibujo la posición de la rueda (vertical u horizontal), por lo que no es obvio que las alternativas sean equiprobables (la gravedad tendría un efecto en el caso de que la rueda esté en posición vertical al ser la flecha la que se gira). Pregunta demasiado simple , de estar bien formulada.	Error leve
13 Resolución de problemas	Contenido: porcentajes y álgebra elemental (I Medio). Sin embargo, hay falta de esmero en el lenguaje para aclarar que se trata de interés compuesto y no simple. La utilización del concepto “depósito bancario” puede favorecer a estudiantes de estratos acomodados que están familiarizados con él.	Error leve
14 Reconocimiento	Contenido: congruencia de triángulos (I Medio). Falta de esmero en el lenguaje: se usa “iguales” en lugar de “congruentes” y falta referirse a <i>pares</i> de lados y de ángulos. Pregunta demasiado simple: por ser la primera alternativa la correcta, no es necesario entender las otras.	Error leve
15 Resolución de problemas	Contenido: crecimiento exponencial (IV Medio). Sin embargo, el enunciado es poco realista y tiene hipótesis tácitas (considera número igual de hembras y machos y ninguna defunción de ratón). No se entiende por qué se ambienta en una isla.	Error leve

CUADRO B.2: SIES, PARTE II
(Preguntas con más de una alternativa verdadera, una con puntaje máximo [la correcta] y otra[s] con puntaje parcial [semicorrecta[s]]).

N° Clasificación	Comentarios	Evaluación
1 Resolución de problemas	<p>La única manera resolver este problema sin ver las alternativas requiere conocimientos del plan diferenciado: suma de términos de progresiones (IV Medio).</p> <p>A falta de conocimientos del plan diferenciado, el problema se puede resolver probando valores pequeños de n y comparándolos con las cinco alternativas. Ésta manera de enfrentar un problema puede mecanizarse con facilidad.</p> <p>Faltas de esmero en el lenguaje: Alternativas A) y B) son confusas: se puede entender que “cualquier número mayor que $2n$ es el mínimo número requerido” (incorrecto) o que “el mínimo número requerido es mayor que $2n$” (semicorrecto). Para ser efectivamente semicorrectas estas alternativas deben ser formuladas como “la solución es menor (mayor) que...” y no como “a lo más (menos)...”.</p> <p>Hay un descuido que confundirá especialmente a los mejores alumnos ya que en el enunciado nunca se explicita que no se puede dejar una caja vacía, aunque 0 es efectivamente par.</p> <p>Aún después de corregir estas faltas, las alternativas “semicorrectas” A) y B) ofrecidas son forzadas y no corresponden ni a una etapa parcial ni a una comprensión intermedia de la resolución del problema. Las semicorrectas corresponden posiblemente a una etapa de comprensión intermedia del problema por parte de un matemático profesional, pero no por parte de un estudiante de enseñanza media. Éste las reconocería posiblemente como “semicorrectas” sólo después de conocer la respuesta con puntaje máximo. La alternativa incorrecta E) sí correspondería a un desarrollo intermedio del problema (para el alumno que probó las alternativas solamente para $n = 2$ y $n = 3$).</p>	Error grave
2 Resolución de problemas	<p>Contenido: álgebra y proporciones (I Medio).</p> <p>La solución natural del problema no guarda relación con las alternativas ofrecidas. El problema no permite al alumno resolverlo primero, para después ubicar las alternativas verdaderas. En cambio, debe</p>	Error grave

(continuación)

	<p>examinar laboriosamente cada una de las alternativas, varias de las cuales (incluso la de puntaje máximo) son bastante artificiales, para ver cuáles son verdaderas. Si es hábil, encuentra dos verdaderas al cabo de al menos un par de minutos. Entonces encara el delicado problema de decidir cuál de éstas “es más completa”. Si conoce al dedillo la definición SIES de semicorrección, tratará de dirimir cuál alternativa verdadera implica a la otra, lo que no es nada de obvio en este caso. Por nuestra experiencia, un matemático profesional demora alrededor de diez minutos en resolver este problema, si tiene la suficiente paciencia para atacar estas enrevesadas alternativas.</p>	
3 Procedimiento rutinario	<p>Contenido: factorización de expresiones algebraicas (I Medio). Pregunta demasiado simple. La alternativa señalada como semicorrecta no se ajusta al modelo SIES: en vez de ser implicada por la alternativa de puntaje máximo, corresponde a un desarrollo parcial. Es equivalente a ésta pero con un menor nivel de factorización. Dos de las alternativas incorrectas son fácilmente descartables pues claramente no se ajustan a los requerimientos del enunciado (no están reducidas al máximo).</p>	Error leve
4 Procedimiento complejo	<p>Contenido: porcentajes (I Medio). Se puede deducir, sin leer el problema, que A) ó B) es la alternativa de puntaje máximo con sólo saber que hay alguna respuesta semicorrecta. El alumno que llegue a la alternativa semicorrecta D) “Más de 25% y menos de 30%” mediante un proceso de aproximación, verá inmediatamente que la alternativa B) 28% es necesariamente la de puntaje máximo (véase “método del andamio”, <i>infra</i>).</p>	Error grave
5 Procedimiento complejo	<p>Contenido: logaritmos (IV Medio) Se puede encontrar la alternativa de puntaje máximo, sin leer el problema, con sólo saber que ésta debe implicar a una semicorrecta (ver “análisis estratégico”, <i>infra</i>). En este caso el análisis estratégico requiere bastante cuidado, pero es una salvación para quien no sabe de logaritmos. La alternativa “semicorrecta” B) ofrecida es forzada y no corresponde ni a una etapa parcial ni a una comprensión intermedia de la resolución del problema. Sin embargo, si el alumno llegase a ver que la alternativa semicorrecta B)</p>	Error grave

(continuación)

		es verdadera, descubrirá fácilmente que la alternativa A es necesariamente la de puntaje máximo (véase “método del andamio”, <i>infra</i>).	
6	Resolución de problemas	<p>Contenido: pendientes de rectas (II Medio)</p> <p>El estudiante que maneje bien el modelo de implicancia del SIES se dará cuenta sin leer las ecuaciones de las rectas, que sólo las alternativas D) o E) tienen alternativas semicorrectas compatibles (véase “análisis estratégico”, <i>infra</i>). Para discernir entre la D) y la E) basta con conocer sólo uno de los dos contenidos que se pretende medir (criterios de paralelismo o de perpendicularidad a partir de la pendiente).</p>	Error grave
7	Procedimiento complejo	<p>Contenido: sistemas de inequaciones (II Medio)</p> <p>Faltas graves en el lenguaje:</p> <p>“caracteriza” significa “define en forma inequívoca”, por lo que no tiene sentido pedir “caracterizar de manera más precisa”.</p> <p>Muchos alumnos y profesores confundirán la alternativa semicorrecta C) “$x < 3$” con “el conjunto de todos los números menores que 3”. Lo mismo sucede con la alternativa semicorrecta B). Estos alumnos pensarán que no hay ninguna alternativa semicorrecta.</p> <p>No obstante, el alumno que llegue a cualquiera de las alternativas semicorrectas B) o C), descubrirá fácilmente que la alternativa D) es necesariamente la de puntaje máximo (véase “método del andamio”, <i>infra</i>).</p>	Error grave
8	Resolución de problemas	<p>Contenido: congruencia y semejanza de triángulos, propiedades de paralelas (II Medio)</p> <p>La alternativa señalada como semicorrecta no se ajusta al modelo SIES. Al igual que en el problema 3 de esta sección, nuevamente se cambia el sentido de “más completo” de una implicancia lógica a un trabajo parcial. La alternativa señalada como de puntaje máximo no implica a la semicorrecta. Suponemos que la pauta concede puntaje máximo a la alternativa C) porque utiliza toda la hipótesis, mientras que la semicorrecta utiliza solamente parte de ella.</p> <p>Se trata de un hermoso problema de geometría estropeado por la necesidad de incluir una alternativa semicorrecta.</p>	Error leve
9	Resolución de problemas	<p>Faltas de esmero en el lenguaje.</p> <p>“Después de dos horas de iniciada la cadena...” puede significar exactamente “dos horas después”, o “entre</p>	Error invalidante

(continuación)

<p>10 Resolución de problemas</p>	<p>dos y tres horas”, o “en cualquier momento después de dos horas”. La respuesta cambia según cuál interpretación se elija.</p> <p>Se pregunta “¿cuántas personas en total...?” en vez de “¿cuál alternativa expresa con mayor precisión el número total de personas...?”. Se olvida que una pregunta con alternativa semicorrecta exige pedir la mejor respuesta y no sencillamente la respuesta. Este descuido hace que la alternativa semicorrecta D) sea tan válida como la C), a pesar de que sólo esta última recibe el puntaje máximo.</p> <p>Se puede encontrar la alternativa de puntaje máximo sin ningún esfuerzo, con sólo saber que ésta debe implicar a una semicorrecta (véase “análisis estratégico”, <i>infra</i>). Esto invalida el problema ya que no queda claro qué mide.</p> <p>Las respuestas semicorrectas son arbitrarias. La respuesta de puntaje máximo es 39, si uno entiende “después de dos horas” como “entre dos y tres horas”.</p> <p>El estudiante que se equivoque en el cálculo por dos unidades de menos (es decir, que obtenga 37), tendrá puntaje parcial; sin embargo, el que se equivoque en dos unidades de más (y obtenga 41) tendrá su respuesta calificada como incorrecta y puntaje negativo. Si un alumno llegara mediante un proceso de aproximación a la alternativa semicorrecta D) “Entre 35 y 40”, verá inmediatamente que la alternativa C) 39 es necesariamente la de puntaje máximo (véase “método del andamio”, <i>infra</i>).</p> <p>Se trata de un buen problema estropeado por la necesidad de incluir alternativas semicorrectas.</p> <p>Mide definiciones de frecuencia, promedio, moda y mediana (III y IV Medio). También podría considerarse “Procedimiento complejo” como encadenamiento de procedimientos rutinarios.</p> <p>Se puede deducir a que C) o D) es la alternativa de puntaje máximo con sólo saber que hay alguna respuesta semicorrecta (véase “análisis estratégico”, <i>infra</i>). También se descubre con certeza que A) es semicorrecta. Para discernir entre la C) y la D) basta con conocer uno de los cuatro contenidos que se pretende medir. Con sólo calcular el promedio ($192,5 / 40$), se puede descartar la alternativa C).</p>	<p>Error grave</p>
-----------------------------------	--	--------------------

C. Análisis de un facsímil de la PAA de matemática

En esta sección se analizan las preguntas *pares* de un facsímil de la PAA de matemáticas publicado por el DEMRE (disponible en www.cepchile.cl)

Comentario general

Como se desprende de nuestro análisis detallado de cada pregunta (véase Cuadro C), la PAA mide conocimientos de matemáticas de la educación básica y de I Medio. De las treinta preguntas analizadas, hay dieciséis (53%) del tipo *procedimiento complejo*, doce (40%) de *resolución de problemas*, dos (7%) de *procedimiento rutinario* y ninguna de mero *reconocimiento*. Hay una pregunta que presenta un error tipográfico tan grave que la invalida (no se sabe qué termina midiendo); cuatro problemas tienen defectos leves de lenguaje y uno ofrece una alternativa “pilla”.

En resumen, nos parece una prueba útil que mide conocimientos importantes, aunque básicos, y que exige pensar y trabajar con cuidado. En general, desde un punto de vista técnico, la prueba está bien hecha, pero los defectos señalados indican que la prueba debe ser confeccionada con más esmero. Adecuarla a la reforma es otro desafío que debe enfrentar esta prueba en su versión 2002.

CUADRO C: PAA DE MATEMÁTICA
(Sólo preguntas pares)

N° Clasificación	Comentarios	Evaluación
2 Procedimiento complejo	Mide capacidad de seguir instrucciones complejas. Lenguaje engorroso , podría mejorarse.	Error leve
4 Procedimiento complejo	Mide capacidad de seguir instrucciones complejas.	Sin error
6 Resolución de problemas	Contenidos: congruencia, triángulo isósceles, bisectriz, simetría. (I Medio).	Sin error
8 Procedimiento complejo	Contenido: cuocientes.	Sin error
10 Procedimiento complejo	Contenido: relación diámetro circunferencia. Problema superficial con lenguaje deliberadamente enredado.	Sin error

(continuación)

12 Procedimiento rutinario	Contenido: álgebra elemental. (I Medio). Ejercicio sencillo que podría considerarse también como “procedimiento complejo”.	Sin error
14 Procedimiento complejo	Contenido: sustitución de símbolos por números y prioridad de operaciones aritméticas.	Sin error
16 Procedimiento complejo	Contenido: coordenadas cartesianas. Buen ejercicio, requiere concentración y cuidado.	Sin error
18 Procedimiento complejo	Contenido: desigualdades simultáneas y orden.	Sin error
20 Procedimiento complejo	Contenido: lectura y álgebra elemental (I Medio).	Sin error
22 Resolución de problemas	Contenido: perímetro y área de cuadrados y rectángulos.	Sin error
24 Resolución de problemas	Contenido: congruencia de triángulos (I Medio).	Sin error
26 Procedimiento rutinario	Contenido: álgebra elemental (I Medio).	Sin error
28 Procedimiento complejo	Contenido: álgebra elemental. Pregunta con alternativa “pilla” : se pregunta $2m$ como resultado, cuando lo natural es obtener m . Mide el contenido y atención del alumno.	Error leve
30 Resolución de problemas	Contenido: ángulos en triángulos. Buen problema, pero pide un cálculo artificial .	Error leve
32 Procedimiento complejo	Contenido: área de rectángulo y álgebra elemental. Requiere atención del alumno ya que se pide la alternativa falsa.	Sin error
34 Resolución de problemas	Contenido: orden (I Medio). Exige seguridad en el razonamiento.	Sin error
36 Procedimiento complejo	Falta de esmero en el lenguaje al señalar como maratón una carrera de 38 km. Exige cuidado.	Error leve
38 Resolución de problemas	Contenido: ángulos en triángulos y paralelas (I Medio).	Sin error
40 Procedimiento complejo	Contenido: operaciones aritméticas o álgebra elemental (I Medio). Exige lectura cuidadosa.	Sin error
42 Procedimiento complejo	Contenido: álgebra elemental.	Sin error
44 Procedimiento complejo	Contenido: áreas y álgebra elemental. Exige cuidado por lo que podría también considerarse como “resolución de problemas”.	Sin error

(continuación)

46 Resolución de problemas	Contenido: álgebra elemental y porcentajes.	Sin error
48 Procedimiento complejo	Contenido: área, perímetro y fracciones. Exige cuidado.	Sin error
50 Resolución de problemas	Contenido: teorema de Pitágoras, áreas, álgebra elemental.	Sin error
52 Procedimiento complejo	Contenido: productos notables. (I Medio)	Sin error
54 Resolución de problemas	Contenido: área de círculos y triángulos rectángulos, teorema de Pitágoras.	Sin error
56 Resolución de problemas	Problema que debe ser analizado con cuidado y rigor lógico.	Sin error
58 Resolución de problemas	Contenido: ángulos en triángulos y en paralelas (I Medio). Error tipográfico invalida el problema (dice AD en vez de AB).	Error invalidante
60 Resolución de problemas	Contenido: porcentajes. Problema que debe ser analizado con cuidado y rigor lógico.	Sin error

* El contenido que se señala en la columna "Comentarios" se refiere al programa pre-reforma educacional, ya que la prueba corresponde a ese período.

D. Análisis de un facsímil de la Prueba de Conocimientos Específicos de Matemática

Analizamos en esta sección las preguntas *impares* del facsímil PCE de matemáticas que apareció en *La Nación* en junio de 2001 (disponible en www.cepchile.cl).

Comentario general

Como se desprende de nuestro análisis detallado de cada pregunta (véase Cuadro D), de las veinticinco preguntas analizadas, hay quince (60%) del tipo *procedimiento complejo*, nueve (36%) de *resolución de problemas*, una (4%) de *procedimiento rutinario* y ninguna de *conocimiento directo*. Tres preguntas tienen defectos leves de lenguaje y uno tiene un defecto leve de dibujo. Uno de los problemas analizados (N° 11) nos pare-

ce superficial, ya que se puede resolver mecánicamente, sin entender la operatoria involucrada.

En resumen, nos parece una prueba útil: mide conocimientos importantes, exige pensar y trabajar con cuidado. Desde un punto de vista técnico, la prueba está bien hecha, pero los defectos señalados indican que la prueba debe ser revisada por un equipo externo en su etapa final. Adecuarla a la reforma educacional es otro desafío que debe enfrentar esta prueba en su versión 2002.

CUADRO D: PRUEBA DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DE MATEMÁTICA
(Sólo preguntas impares)

Nº Clasificación	Comentarios	Evaluación
1 Procedimiento rutinario	Contenido: álgebra elemental. Sería clasificado como “resolución de problemas” si no fuese de un tipo tan conocido por los alumnos.	Sin error
3 Procedimiento complejo	Contenido: manejo de exponentes y notación científica (I Medio).	Sin error
5 Procedimiento complejo	Contenido: cuidado en el manejo de fracciones.	Sin error
7 Procedimiento complejo	Contenido: álgebra y proporciones (I Medio).	Sin error
9 Resolución de problemas	Contenido: números irracionales, álgebra elemental (I Medio).	Sin error
11 Procedimiento complejo	Contenido: operatoria con números complejos (IV Medio). Problema superficial , sólo mide si el alumno ha tenido una mínima ejercitación con números complejos sin necesariamente entenderlos.	Sin error
13 Resolución de problemas	Contenido: porcentajes, aproximaciones. Falta de esmero en el lenguaje . Se habla de “volver al precio original” para después pedir solamente aproximarse a éste.	Error leve
15 Procedimiento complejo	Contenido: proporciones (I Medio).	Sin error
17 Procedimiento complejo	Contenido: operatoria con raíces (I Medio).	Sin error
19 Procedimiento complejo	Contenido: álgebra elemental (I Medio). Por su sencillez se acerca a un “procedimiento rutinario”.	Sin error

(continuación)

21 Resolución de problemas	Contenido: teorema de Pitágoras, perímetro, función lineal (II Medio). Al sombrear el triángulo muchos estudiantes supondrán que se pide el área. Hubiera sido preferible subrayar que se pide el perímetro del triángulo.	Error leve
23 Resolución de problemas	Contenido: álgebra y volumen de una caja (I Medio). Se podría mejorar el lenguaje cambiando “cortando cuadrados de 3 cm de lado en las esquinas...” por “re-cortando cuadrados de 3 cm. x 3 cm. en las esquinas...”.	Error leve
25 Procedimiento complejo	Contenido: operatoria con potencias (I Medio).	Sin error
27 Procedimiento complejo	Contenido: ecuaciones exponenciales y álgebra elemental (IV Medio y I Medio).	Sin error
29 Procedimiento complejo	Contenido: potencias (I Medio).	Sin error
31 Procedimiento complejo	Contenido: operatoria con logaritmos (IV Medio). Falta de esmero en el lenguaje al no explicitar que a es positivo.	Error leve
33 Procedimiento complejo	Contenido: ecuaciones exponenciales y ecuaciones cuadráticas (IV Medio y III Medio).	Sin error
35 Resolución de problemas	Contenido: teoremas respecto a triángulos isósceles y álgebra (I Medio). Buen problema.	Sin error
37 Procedimiento complejo	Contenido: Teorema de Pitágoras y área de triángulos rectángulos.	Sin error
39 Procedimiento complejo	Contenido: ángulos inscritos y ángulo del centro en un círculo, y teoremas respecto a triángulos isósceles (I y II Medio). Sería clasificado como “resolución de problemas” si no fuese de un tipo tan conocido por los alumnos.	Sin error
41 Resolución de problemas	Contenido: proporciones, área de triángulos (I Medio).	Sin error
43 Resolución de problemas	Contenido: potencia de un punto respecto a una circunferencia o teorema de Pitágoras.	Sin error
45 Procedimiento complejo	Contenido: porcentajes y lectura de tablas. Problema superficial , la lectura es demasiado fácil y sólo requiere convertir $17 / 20$ a porcentajes.	Sin error
47 Resolución de problemas	Contenido: Combinatoria elemental (Electivo IV Medio) o geometría elemental cuidadosa.	Sin error
49 Resolución de problemas	Contenido: gráfico de función de segundo grado (III Medio). Falta de esmero en el dibujo: ápice de la parábola mal dibujado.	Error leve

* El contenido de que se señala en la columna “Comentarios” se refiere al programa pe-reforma educacional, ya que la prueba realizada corresponde a ese período.