

SIES Y LA MATEMÁTICA

COMISIÓN DE MATEMÁTICA DEL CEP

EDUARDO FRIEDMAN (PRESIDENTE)

Y OTROS

Nº 338 - Agosto 2002

El Centro de Estudios Públicos, CEP, es una fundación de derecho privado, sin fines de lucro y de naturaleza académica, que se ocupa del cultivo, análisis y difusión de los valores, principios e instituciones que sirven de base a un orden social libre. La institución se propone cumplir funciones orientadoras de la opinión pública a partir de la adhesión a las libertades personales y públicas, al derecho de propiedad privada concebido como resguardo de esas mismas libertades y a la democracia como forma pacífica y estable de gobierno.

Director y representante legal: Arturo Fontaine Talavera

La *Serie Documentos de Trabajo* es editada por el Centro de Estudios Públicos (ISSN 716-1123). Cada artículo es de responsabilidad de sus autores y no refleja necesariamente la opinión de los editores. Toda colaboración, comentario y correspondencia deben dirigirse al Centro de Estudios Públicos, Monseñor Sótero Sanz 175, Santiago 9, Chile.

CENTRO DE ESTUDIOS PUBLICOS

MONSEÑOR SOTERO SANZ 175
TELEFONOS: 2315324-2315325

SANTIAGO - CHILE

EL SIES Y LA MATEMÁTICA

COMISIÓN DE MATEMÁTICA DEL CEP*

INTEGRANTES

EDUARDO FRIEDMAN R.
(PRESIDENTE)

LUIS ARANCIBIA M.
REGINA URMENETA NÚÑEZ
JAIME VELÁSQUEZ V.
RODRIGO BAMÓN C.
JORGE SOTO ANDRADE
ROLANDO REBOLLEDO B.
RUBÍ RODRÍGUEZ M.
FRANCISCA DUSSAILLANT L.

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 338

AGOSTO 2002

* Esta comisión fue convocada el 7 de junio de 2002 por el Centro de Estudios Públicos para realizar un estudio del SIES de matemática.

EL SIES Y LA MATEMÁTICA

Comisión de Matemática
Eduardo Friedman (Presidente)
y otros

Resumen

Las nuevas propuestas para la admisión universitaria en Chile han generado un debate natural, debido a la trascendencia de su posible implementación. En este debate, la discusión de contenidos y de las pruebas debe tener una especial preponderancia. Por esto, un grupo de profesores e investigadores han generado este informe cuyo propósito es el análisis técnico del nuevo Sistema de Ingreso a la Educación Superior (SIES) y de las actuales pruebas de admisión en matemáticas.

En el análisis se incluye la visión de la comisión respecto de la nueva prueba en todos sus aspectos innovativos: la relación más directa del SIES con los Contenidos Mínimos de la Educación Media, la eliminación de la Prueba Específica de Matemática, la implementación de un sistema de puntajes que permita hacer comparaciones de año en año, la implementación de las alternativas semicorrectas y el cambio del equipo que confecciona las pruebas.

Además se realizó un análisis detallado de las preguntas del folleto SIES de Matemática aparecido en El Mercurio el miércoles 3 de abril de 2002, de un facsímil de Prueba de Aptitud Académica (PAA) y de un facsímil de Prueba de Conocimientos Específicos. Las preguntas se analizaron desde los más diversos ángulos: su nivel de complejidad, claridad, calidad de las alternativas verdaderas y falsas, adecuación al currículum medido, y la presencia de fallas de cualquier tipo en su formulación. Se realizó un resumen global de estos análisis que permitió hacer comparaciones entre los distintos instrumentos. El detalle pregunta a pregunta de estos análisis junto con los facsímiles en los que se basaron se presentan en los anexos de este documento.

Las conclusiones a las que llegó la comisión fueron bastante categóricas: se consideran como errores gravísimos la supresión de la Específica, la incorporación de alternativas semicorrectas y el recambio total del equipo a cargo de las pruebas. Se recomienda experimentar gradual y cuidadosamente con la PAA, agregándole contenidos y adecuándola a la reforma.

Las nuevas propuestas para la admisión universitaria en Chile han generado un debate natural, debido a la trascendencia de su posible implementación. Es importante no olvidar en este debate la preponderancia que debe tener la discusión de contenidos y de las pruebas. Estas 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.

El Proyecto SIES, tal como ha sido propuesto hasta ahora, contempla las siguientes innovaciones:

1. Relación directa, más estrecha que con la actual PAA, entre el SIES y los Contenidos Mínimos de toda la Educación Media. Las cuatro pruebas SIES serán rendidas por todos los postulantes y cubrirán los contenidos mínimos 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*, 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. Por otra parte, se produjo un
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 Educacional (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.
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:
6. *Análisis técnico de los instrumentos*. Estudiamos pregunta por pregunta los veinticinco problemas publicados en el folleto SIES de matemática (El Mercurio, 22 de mayo). Así mismo, elegimos al azar un facsímil de una PAA de matemática y otro de una Prueba de Conocimientos Específicos de matemática reciente, y los sometimos al mismo análisis.

Nos proponemos aquí examinar estos seis puntos desde el punto de vista de la matemática. Esperamos que especialistas de otras disciplinas también estudien el Proyecto SIES, para así poder llegar a un análisis global.

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 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

La eliminación de la Prueba de Conocimientos Específicos de Matemática, ha levantado mucho menos controversia pública, a pesar de que 72.410 jóvenes la rindieron en diciembre de 2001.¹ Hemos examinado en detalle las preguntas de la Específica de Matemática publicada en un facsímil del DEMRE publicado íntegramente en La Nación en junio de 2001.

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 que la Específica de Matemática 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 Específica, dedicándose en cambio a cuatro pruebas generales. *Lo que estas facultades no pueden tolerar es admitir alumnos sin talento matemático a carreras que requieren mucha matemática.* Desgraciadamente, se trata de una consecuencia casi segura de la eliminación de la Específica de Matemática. Suprimir la Específica 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 Específica de Matemática 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 las Específicas. Se prevé así un empobrecimiento de los estudios al evaluarse solamente los Contenidos Mínimos, lo que llevará a la

¹ Cifra obtenida de la base de datos PAA-PCE, proceso de admisión 2002, DEMRE.

desaparición de la formación diferenciada.² 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 deseche el SIES, esta parte de su propuesta merece ser implementada cuanto antes en Chile. Se trata de un método probado desde hace 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.

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 de selección múltiple. En este caso 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" (ver 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 (ver 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

² Ana María Oyaneder (*Documento de Trabajo* N° 333, pp. 40-43, CEP) 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.

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

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 Dussillant en un estudio del CEP.³

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.

³ Ver Dussillant, F. "Comportamiento Estratégico y Respuestas Graduadas en el SIES". *Puntos de Referencia* N° 258, CEP. Mayo 2002.

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, 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 y la Específica. 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. El SAT, por ejemplo, tiene problemas con respuesta numérica exacta en que el alumno debe rellenar la respuesta, sin que se le ofrezca ninguna 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.*

6. Análisis técnico

Hemos examinado (ver www.cepchile.cl) una a una las veinticinco preguntas del folleto SIES de matemática, así como un número comparable de preguntas de un facsímil de la Prueba de Aptitud Académica de matemática (las treinta preguntas pares) y de un facsímil de la Específica (las veinticinco preguntas impares).

De nuestro análisis 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 Específica 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 contex-

tualizadas (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 nos merecen objeciones. La mayoría de las preguntas de la Sección 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.

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

	<i>Reconocimiento</i>	<i>Procedimiento Rutinario</i>	<i>Procedimiento Complejo</i>	<i>Resolución de Problemas</i>
PAA	0%	7%	53%	40%
<i>PCE</i>	0%	4%	60%	36%
<i>SIES</i>	12%	24%	24%	40%

Fuente: Comisión de Matemática CEP, anexos.

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 Específica (N° 11 y 45), una pregunta en la PAA (N° 10) y una pregunta en el folleto SIES (N° 4).

TABLA N° 2: EVALUACIÓN DE LAS PREGUNTAS

	<i>Preguntas Sin Error</i>	<i>Con Errores Leves</i>	<i>Con Errores Graves</i>	Con Errores Invalidantes
PAA	85%	12%	0%	3% (error tipográfico)
PCE	80%	20%	0%	0%
SIES	28%	40%	28%	4% (respuesta obviamente delatada)

Fuente: Comisión de Matemática CEP, anexos.

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.

7. Resumen

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 Específica, 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.

8. Recomendaciones

Desechar definitiva y urgentemente la idea de aplicar pruebas de matemática confeccionadas con el paradigma del Proyecto SIES.

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 1. ANÁLISIS DEL FOLLETO SIES DE MATEMÁTICA

Analizamos aquí las preguntas del Modelo de Prueba SIES de Matemáticas, folleto de veinticinco preguntas que apareció en el diario El Mercurio el miércoles 22 de mayo de 2002. Estas preguntas están disponibles en www.sies.cl.

Comentario General

De las veinticinco preguntas analizadas (ver parte II), hay seis (24%) del tipo “Procedimiento Complejo”, diez (40%) “Resolución de Problemas”, seis (24%) “Procedimiento Rutinario” y tres (12%) “Reconocimiento”. Hay demasiadas preguntas elementales (36% -las categorías “Reconocimiento” y “Procedimiento Rutinario”) y gran cantidad de errores de diverso tipo 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 Educativa.

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 (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 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 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 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 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.

Análisis pregunta a pregunta

Se analizaron las preguntas de acuerdo a la siguiente pauta:

Clasificación de las preguntas. Éstas se clasificaron según los pasos requeridos para resolverlos en problemas de:

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

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.

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).

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 esta sección se explicita:

El contenido medido (según el programa pre-reforma educacional, ya que la prueba estudiada corresponde a ese período). Se explicita el año en que se imparte solamente cuando el contenido corresponde a la educación media.

Se señala si el problema presenta “alternativa pilla”. Por esto 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.

También se señala si el lenguaje no es apropiado.

Se dan más detalles si la pregunta presenta algún aspecto que nos merece comentario.

Evaluación: En esta columna clasificamos los errores encontrados en invalidantes, graves, leves o indicamos si no los hay.

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.

En **negritas** se destacan los comentarios negativos.

Parte I (preguntas con sólo una opción correcta)

N°	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
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 com-	Error leve

		puesto y no simple. La utilización del concepto “depósito bancario” puede favorecer a estudiantes de estratos acomodados que están familiarizados con él.	
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>pa-</i> res 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

Parte II preguntas con más de una alternativa verdadera, una con puntaje máximo (la “correcta”) y otra(s) con puntaje parcial (“semicorrecta(s)).

<i>N°</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Comentarios</i>	<i>Evaluación</i>
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:</p> <p>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.</p> <p>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 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>	Error grave
3	Procedimiento Rutinario	<p>Contenido: factorización de expresiones algebraicas (I Medio).</p> <p>Pregunta demasiado simple.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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 (ver Análisis Estratégico, parte I).</p> <p>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 (ver Método del Andamio, parte I).</p>	Error grave
5	Procedimiento Complejo	<p>Contenido: logaritmos (IV Medio)</p> <p>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, parte I). En este caso el análisis estratégico requiere bastante cuidado, pero es una salvación para quien no sabe de logaritmos.</p> <p>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) es verdadera, descubrirá fácilmente que la alternativa A) es necesariamente la de puntaje máximo (ver Método del Andamio, parte I).</p>	Error grave
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 (ver Análisis Estratégico,</p>	Error grave

		co, parte 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).	
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 (ver <i>Método del Andamio</i>, parte 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 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. (ver <i>Análisis Estratégico</i>, parte 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”. 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.</p>	Error invalidante

		<p>Si un alumno llegara a la alternativa semicorrecta D) "Entre 35 y 40" mediante un proceso de aproximación, verá inmediatamente que la alternativa C) 39 es necesariamente la de puntaje máximo (ver <i>Método del Andamio</i>, parte I).</p> <p>Se trata de un buen problema estropeado por la necesidad de incluir alternativas semicorrectas.</p>	
10	Resolución de Problemas	<p>Mide definiciones de frecuencia, promedio, moda y mediana (III y IV Medio).</p> <p>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 (ver <i>Análisis Estratégico</i>, parte 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>	Error grave

ANEXO 2. ANÁLISIS DE UN FACSIMIL PAA DE MATEMÁTICA

Analizamos las preguntas pares de un facsímil PAA de Matemáticas publicado por el DEMRE y disponible en www.cepchile.cl.

Comentario General

Como se desprende de nuestro análisis detallado de cada pregunta (ver parte II), 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%) “Resolución de Problemas”, dos (7%) “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.

Análisis Pregunta por Pregunta (pares solamente)

Se analizaron las preguntas pares de acuerdo a la siguiente pauta:

Clasificación de las preguntas: éstas se clasificaron según los pasos requeridos para resolverlos en problemas de:

Reconocimiento. Para su resolución éstos sólo requieren recordar o reconocer definiciones, sin ejecutar cálculos ni razonamiento. Ejemplo: reconocer un ángulo obtuso.

Procedimiento rutinario. Para su resolución éstos sólo requieren ejecutar un paso sencillo. Ejemplo: encontrar la medida de un ángulo del centro que corresponde a un ángulo inscrito dado.

Procedimiento complejo. Para su resolución éstos requieren 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 (según se muestra en una figura adjunta).

Resolución de problemas. Su resolución se 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 esta sección se explicita

El contenido medido (según el programa pre-reforma, ya que la prueba estudiada corresponde a ese período). Se explicita el año en que se imparte solamente cuando el contenido corresponde a la educación media.

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

También se señala si el lenguaje no es apropiado.

Se dan más detalles si la pregunta presenta algún aspecto que nos merece comentario.

Evaluación: En esta columna clasificamos los errores encontrados en invalidantes, graves, leves o indicamos si no los hay.

En **negritas** se destacan los comentarios negativos.

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
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
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

ANEXO 3. ANÁLISIS DE UN FACSIMIL LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DE MATEMÁTICA

Analizamos 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 (ver parte II), de las veinticinco preguntas analizadas, hay quince (60%) del tipo “Procedimiento Complejo”, nueve (36%) “Resolución de Problemas”, una (4%) “Procedimiento Rutinario” y ninguna “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 parece 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.

Análisis Pregunta por Pregunta (impares solamente)

Se analizaron las preguntas impares de acuerdo a la siguiente pauta:

Clasificación de las preguntas. Éstas se clasificaron según los pasos requeridos para resolverlos en problemas de:

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

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.

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).

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 esta sección se explicita:

El contenido medido (según el programa pre-reforma educacional, ya que la prueba estudiada corresponde a ese período). Se explicita el año en que se imparte solamente cuando el contenido corresponde a la educación media.

Se señala si el problema presenta “alternativa pilla”. Por esto 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.

También se señala si el lenguaje no es apropiado.

Se dan más detalles si la pregunta presenta algún aspecto que nos merece comentario.

Evaluación: En esta columna clasificamos los errores encontrados en invalidantes, graves, leves o indicamos si no los hay.

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.

En **negritas** se destacan los comentarios negativos.

N°	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
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 “recortando 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

COMISIÓN DE MATEMÁTICA
Centro de Estudios Públicos

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 (U. de Chile), Profesor, Departamento de Matemática, Instituto Nacional y Universidad de Santiago.

Rodrigo Bamón

Ph.D. (Instituto de Matemática Pura e 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 Dussailant

Ingeniero Civil (P. U. Católica) y M.A. en Educación (U. de North Carolina - Chapel Hill), investigadora, Centro de Estudios Públicos.

Rolando Rebolledo

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

Rubí Rodríguez

Ph.D. (U. de Columbia), Profesor Titular, Departamento de Matemática, Pontificia 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 Urmeneta

Profesora de Estado de Matemática (U. de Chile), Jefe del Departamento de Matemática, Liceo Peñaflores.

Jaime Velásquez

Licenciado en Matemática (U. Católica de Valparaíso), Profesor, Departamento de Matemática, The Grange School.

CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS

MONSEÑOR SOTERO SANZ 175
TELÉFONOS: 2315324 - 2315325

SANTIAGO - CHILE

**SERIE DOCUMENTOS DE TRABAJO DEL CEP
(ÚLTIMOS ESTUDIOS)**

- Nº 338 COMISION DE MATEMATICA DEL CEP. EDUARDO FRIEDMAN (PRESIDENTE) Y OTROS
"El SIES y la Matemática", agosto 2002.
- Nº 337 BARBARA EYZAGUIRRE Y CARMEN LE FOULON
"El SIES: Un Proyecto Prematuro", agosto 2002.
- Nº 336 MATTHEW MALKAN
"El Debate en Torno a los Exámenes Estandarizados para la Admisión a la Educación Superior en Estados Unidos: El Caso de la Universidad de California", julio 2002.
- Nº 335 FRANCISCA DUSSAILLANT
"Comportamiento Estratégico y Respuestas Graduadas en el SIES. Debate Público", julio 2002.
- Nº 334 CARMEN LE FOULON (EDITORA)
"Reformulación del Sistema de Selección a la Educación Superior. Antecedentes para la Discusión", julio 2002.
- Nº 333 FRANCISCA DUSSAILLANT (EDITORA)
"El SIES: Su Impacto en la Calidad y Libertad de la Enseñanza", junio 2002.
- Nº 332 ARTURO FONTAINE TALAVERA
"Peligro en el SIES", mayo 2002.
- Nº 331 BARBARA EYZAGUIRRE
"Los Alumnos Bajo la Lupa: Los Exámenes Externos con Consecuencias Individuales", abril 2002.
- Nº 330 CARLOS PEÑA GONZALEZ
"El Sonido del Dinero: El Gasto Electoral y la Libertad de Expresión", marzo 2002.
- Nº 329 CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS
"Estudio Nacional de Opinión Pública (Tercera Serie). Diciembre-Enero 2002. Incluye tema especial: Elecciones Parlamentarias 2001, Participación y Ciudadanía", febrero 2002.

- Nº 328 HÉCTOR VELIS M. y CARLOS ARANCIBIA B.
"Posibles Efectos de un Acuerdo Comercial entre Chile y Estados Unidos sobre el Sector Agropecuario", enero 2002.
- Nº 327 CARLOS ARANCIBIA B. Y HÉCTOR VELIS M.
"Evolución de la Propiedad Agrícola a través de los Censos Agropecuarios. Período 1955-1997", diciembre 2001.
- Nº 326 A. DAVID MEYER Y JEAN MARIE FATH MEYER
"Determinantes del Ahorro Privado en Chile", noviembre 2001.
- Nº 325 CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS
"Estudio Nacional de Opinión Pública (Tercera Serie). Junio 1998. Tema especial: ISSP: Etica y Pertenencia Religiosa", octubre 2001.
- Nº 324 BÁRBARA EYZAGUIRRE Y CARMEN LE FOULON
"La Calidad de la Educación Chilena en Cifras", septiembre 2001.
- Nº 323 SALVADOR VALDÉS PRIETO
"Contratos y Remuneraciones de Altos Directivos Públicos. Comisión de Reforma del Estado", agosto 2001.
- Nº 322 CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS
"Estudio Nacional de Opinión Pública Nº 13. (Tercera Serie). Junio 2001. Tema especial: Crecimiento, Equidad y Movilidad Social", agosto 2001.
- Nº 321 CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS
"Estudio Nacional de Opinión Pública Nº 13. (Tercera Serie). Junio 2001", julio 2001.
- Nº 320 CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS
"Estudio Nacional de Opinión Pública Nº 12. (Tercera Serie). Noviembre-Diciembre 2000. Tema Especial: Crecimiento y Medio Ambiente", julio 2001.
- Nº 319 RODRIGO VERGARA
"Determinantes del Ahorro Privado en Chile", junio 2001.
- Nº 318 HARALD BEYER
"Salario Mínimo y Desempleo", mayo 2001.
- Nº 317 CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS
"Estudio Nacional de Opinión Pública Nº 12. (Tercera Serie). Noviembre-Diciembre 2000", abril 2001.
- Nº 316 BÁRBARA EYZAGUIRRE Y CARMEN LE FOULON
"La Calidad de la Educación Preescolar en Chile", marzo 2001.
- Nº 315 HARALD BEYER
"Un desarrollo institucional insuficiente en educación: Reflexiones a propósito de los resultados del TIMSS", febrero 2001.