



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
REPÚBLICA DEL PERÚ



Unidad de Medición de la  
Calidad Educativa

**Una aproximación a  
la alfabetización  
matemática y  
científica de los  
estudiantes peruanos  
de 15 años.**

**Resultados del Perú  
en la evaluación  
internacional PISA.**

**10**

Documento de trabajo  
UMC

**Ursula Asmad  
David Palomino  
Mary Tam  
Gloria Zambrano**

Ministerio de Educación del Perú, 2004  
Calle Van de Velde Nº 160, Lima 41-Perú  
Teléfono: 435 3900  
[www.minedu.gob.pe](http://www.minedu.gob.pe)

ISBN

Depósito legal Nº

IMPRESIÓN:

Este documento fue preparado por las consultoras de la UMC:

Ursula Asmad Falcón  
David Palomino Alva  
Mary Tam Maldonado  
Gloria Zambrano Rozas

Reservados todos los derechos.

Se autoriza citar o reproducir en todo o en parte el presente documento siempre y cuando se mencione la fuente.

Impreso en Lima, Perú

Tiraje .... ejemplares

Mes de ...

El equipo que elaboró este reporte agradece al Instituto de Estadística de la UNESCO por el apoyo prestado a los países de la región que participaron en el proyecto PISA plus en la elaboración de los reportes nacionales, así como al Dr. Douglas Willms por su asesoría en el análisis de los datos.

Asimismo, queremos agradecer la colaboración del Ing. Alberto Torreblanca en el procesamiento de los datos y de la Lic. Elizabeth Quinteros por sus valiosos aportes en la descripción del modelo teórico de alfabetización científica.

# CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	5
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN DE ALFABETIZACIÓN MATEMÁTICA EN EL ESTUDIO PISA</b>	11
1. La alfabetización matemática	12
2. Organización del área de conocimiento	13
3. Organización del modelo de evaluación en matemática	14
4. Escalas de alfabetización matemática	20
5. La naturaleza de las tareas matemáticas del estudio PISA	23
6. Estructura de la prueba	25
7. Presentación y análisis de tareas del estudio PISA 2000	26
<b>2. MARCO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN EL ESTUDIO PISA</b>	49
1. La alfabetización científica	50
2. Organización del modelo de evaluación en ciencias	51
3. Escalas de la alfabetización científica	54
4. Formato de las preguntas en alfabetización científica	55
5. Ejemplos de preguntas del estudio PISA	56
6. Estructura de la prueba	61
7. Preguntas comentadas: algunos ítems de la prueba del estudio PISA en el Perú	62
<b>3. LOS RESULTADOS DEL PERÚ EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL</b>	73
1. Contexto del sistema educativo	73
2. Desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática y científica	76
3. Desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática y científica según gestión	78
4. Desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática y científica según nivel socioeconómico	83

<b>4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PERUANOS QUE ATIENDEN A LOS ESTUDIANTES DE 15 AÑOS</b>	87
1. Los recursos materiales y humanos del centro educativo	88
2. Clima escolar del centro educativo y del aula	95
3. Características personales del docente	100
<b>5. CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES Y FAMILIARES DE LOS ESTUDIANTES DE 15 AÑOS</b>	105
1. Características individuales de los estudiantes de 15 años	105
2. Características familiares de los estudiantes	116
<b>6. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LOS FACTORES ASOCIADOS AL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES DE 15 AÑOS</b>	125
1. Resultados del modelo de factores asociados al rendimiento en alfabetización matemática	126
2. Resultados del modelo de factores asociados al rendimiento en alfabetización científica	129
3. Discusión de los resultados de los modelos	132
4. ¿Cómo se relacionan los resultados en alfabetización lectora obtenidos por los estudiantes peruanos de 15 años con sus resultados en alfabetización matemática y científica?	134
<b>CONCLUSIONES</b>	137
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	143
<b>ANEXOS</b>	145





# INTRODUCCIÓN

---

El avance tecnológico y científico de los últimos años, el continuo incremento de los flujos de información, la variabilidad de las opciones laborales, entre otras razones, han contribuido a que muchos países del mundo se interesen por revisar críticamente sus sistemas educativos y evalúen si estos están preparando adecuadamente a sus ciudadanos para enfrentar los retos del nuevo siglo. En este contexto, la preocupación de las sociedades modernas por asegurar adecuados niveles de alfabetización en todos sus ciudadanos adquiere mayor relevancia.

En este sentido, es importante señalar que el concepto de alfabetización ha evolucionado y, con ello, ha adquirido un sentido más amplio que el tradicional “saber leer y escribir”. Estar alfabetizado supone, hoy en día, ser capaz de emplear los diversos códigos desarrollados por el ser humano para resolver problemas, para analizar críticamente su realidad y para mejorar la calidad de su entorno y su calidad de vida. Siguiendo esta idea, se ha asumido la alfabetización en tres dimensiones: alfabetización lectora, matemática y científica.

El proyecto PISA (*Programme for International Student Assessment*) conducido por la OCDE se planteó como propósito evaluar los niveles de alfabetización de los estudiantes de 15 años, los cuales, en su mayoría, se encuentran en los años próximos a concluir sus estudios de educación básica. La intención de esta evaluación fue obtener información sobre la medida en que los diversos sistemas educativos estaban preparando a sus estudiantes para la vida en una sociedad moderna y global. En este mismo sentido, este estudio también significó un esfuerzo por establecer estándares internacionales de desempeño para las dimensiones de alfabetización lectora, matemática y científica.

El Perú participó en el primer ciclo evaluativo de este proyecto, el cual puso mayor énfasis en la evaluación de la alfabetización lectora, cuyos resultados para el Perú han sido presentados en el documento *Una aproximación a la alfabetización lectora de los estudiantes peruanos de 15 años*, publicado por la Unidad de Medición de la Calidad Educativa (UMC) del Ministerio de Educación. Sin embargo, dicho ciclo evaluativo también incluyó, aunque en menor medida, tareas de alfabetización matemática y científica.

El objetivo del presente documento es presentar a la opinión pública los resultados obtenidos en dicha evaluación por los estudiantes peruanos en las tareas de Matemática y Ciencias planteadas en el estudio PISA. Para ello, el presente informe se ha organizado en siete capítulos.

En los capítulos 1 y 2, se presentan los conceptos en los que se basan los modelos de evaluación para Matemática y Ciencias respectivamente. Además, se incluyen ejemplos de las tareas que fueron propuestas en la prueba PISA 2000 y la manera en que fueron respondidas por los estudiantes peruanos.

En el capítulo 3, se presentan los resultados de los estudiantes peruanos en relación con el contexto internacional. Los capítulos 4 y 5 muestran las características de los centros educativos y de los estudiantes evaluados respectivamente. Además, en los mismos capítulos, se presenta el análisis de la relación entre cada una de las características de los centros y el rendimiento de los alumnos.

En el capítulo 6, se muestran los resultados del modelo multivariado de factores asociados al rendimiento y los efectos netos de las variables que explican las diferencias en el rendimiento de los estudiantes. Así mismo, se expone la proporción de la varianza explicada por factores relacionados con el alumno y aquellos relacionados con la escuela en cada uno de los campos de estudio. Finalmente, el capítulo 7 ofrece algunas de las principales conclusiones del estudio.

El Ministerio de Educación del Perú, por medio de la Unidad de Medición de la Calidad Educativa, entrega a la opinión pública este importante trabajo sobre los resultados en alfabetización matemática y científica con el fin de que sea aprovechado no solo por investigadores y especialistas en diseño de políticas educativas, sino también, y especialmente, por docentes, formadores de docentes y directores de centros educativos. Se espera, del mismo modo, que a partir del presente trabajo se reflexione y se realice un análisis acerca de la pertinencia y vigencia de las prácticas pedagógicas, enfoques curriculares y oportunidades de aprendizaje que ofrecen los diversos actores en sus centros educativos, teniendo como base los resultados de las tareas a las que se enfrentaron los alumnos y su desempeño en la evaluación PISA.



# 1. MARCO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN DE ALFABETIZACIÓN MATEMÁTICA EN EL ESTUDIO PISA

En una sociedad cada vez más influida por el desarrollo científico y tecnológico, se hace necesario desarrollar habilidades y destrezas que permitan a sus miembros aprender continuamente, interpretar críticamente la información que reciben y enfrentar adecuadamente los diversos cambios a los que se enfrentan en su vida social, académica o laboral.

La educación escolar ha sido el principal medio para que las nuevas generaciones adquieran tanto las habilidades sociales necesarias para interactuar pacífica y democráticamente con los demás como una cultura básica que les permita enfrentar adecuadamente los retos que encontrarán al llegar a la adultez. Sin embargo, las temáticas y los aprendizajes que hasta ahora han venido prodigando los sistemas educativos se centran más en el aprendizaje de hechos y datos que en el desarrollo de capacidades que permanezcan en el tiempo y que brinden al egresado herramientas para poder enfrentarse adecuadamente a situaciones novedosas, asumirlas y resolverlas con éxito.

Es ya frecuente que, en diversos foros educativos, se plantee que el ciudadano del futuro requiere nuevos tipos de aprendizaje y que la educación debe centrarse en el desarrollo de aptitudes básicas para la vida y de capacidades para solucionar problemas en diversos contextos. Estas perspectivas de lo

que debería brindar la educación actual, en el caso de la educación matemática, conducen al enfoque heurístico de la enseñanza-aprendizaje de la matemática. Este enfoque busca que el individuo desarrolle capacidades para interactuar con el mundo real por medio del uso frecuente de diversas estrategias y métodos contruidos por él mismo o adaptados para enfrentar las situaciones problema que posiblemente se le presentan. La educación actual no solo debe brindar información sobre hechos o nombres o fechas, sino proveer herramientas eficaces para administrar con éxito los procesos de cambio que atraviesa el mundo de hoy. Al respecto, el educador y matemático español Miguel de Guzmán<sup>1</sup> señaló lo siguiente:

*«En la situación de cambios en que nos encontramos, es claro que los procesos verdaderamente eficaces de pensamiento, que no se vuelven obsoletos con tanta rapidez, es lo más valioso que podemos proporcionar a nuestros alumnos. En nuestro mundo científico e intelectual tan rápidamente mutante vale mucho más hacer acopio de procesos de pensamiento útiles que de contenidos que rápidamente se convierten en lo que Whitehead llamó “ideas inertes”, ideas que forman un pesado lastre, que no son capaces de combinarse con otras para formar constelaciones dinámicas, capaces de abordar los problemas del presente.»*

1. Véase De Guzmán (1993).

Es un hecho que, hoy en día, no es suficiente ser alfabeto desde el punto de vista lingüístico. La interpretación de diversos códigos matemáticos, la comprensión de los grandes temas polémicos de la ciencia, el entendimiento de los conceptos económicos presentes en nuestra vida cotidiana, entre otros temas, requieren de un tipo de habilidades ligadas con la ciencia y la matemática. Por ello, el estudio PISA ha asumido los conceptos de “alfabetización matemática” y “alfabetización científica” que, junto con el de “alfabetización lectora”, resumen las aptitudes básicas esenciales para el mundo del mañana.

A continuación, se describirá el modelo de evaluación de la alfabetización matemática y científica en el sentido que el estudio PISA le ha dado. Así mismo, se revisarán algunas tareas de la prueba aplicada a los estudiantes peruanos y se presentarán los resultados obtenidos en esta evaluación.

## 1. La alfabetización matemática

Al igual que en el área de conocimiento referente a la comprensión lectora, en el área de matemática, la evaluación PISA está orientada a evaluar la capacidad de los alumnos de aplicar los conocimientos y destrezas matemáticas incorporados en los años de estudio en el sistema educativo, para resolver adecuadamente situaciones problemáticas reales.

Existen numerosas situaciones cotidianas que pueden ser tratadas desde el punto de vista matemático. No obstante, muchas veces, los individuos obvian este paso y toman decisiones guiados por la publicidad o, simplemente, por comentarios de líderes de opinión. Por ejemplo, la elección de un plan de llamadas en una empresa de telefonía requiere que el futuro usuario analice la frecuencia con que realiza llamadas, así como la extensión promedio y el tipo de las mismas, entre otros aspectos. Así, solo llevando al ámbito de la matemática esta situación, se podrá tomar una decisión adecuada acerca de cuál es el plan que más le conviene.

El proceso de llevar la situación real a una situación expresada mediante fórmulas, números,

tablas o gráficos se denomina “matematización” y constituye el proceso fundamental de la matemática la cual será evaluada a partir de la definición de alfabetización matemática.

Para el estudio PISA, la definición de alfabetización matemática es la siguiente:

*La alfabetización matemática es la capacidad de un individuo para identificar y comprender el rol que juega la matemática en el mundo con el fin de realizar juicios bien fundamentados y comprometerse con la matemática, de manera que cubra las necesidades de la vida de dicho individuo como un ciudadano constructivo, interesado y reflexivo.*

A continuación, se exponen algunos comentarios explicativos que ayudarán a comprender mejor este constructo.

### *... alfabetización matemática ...*

El término alfabetización se prefirió al de formación o cultura matemática en tanto se está enfatizando en aquellos conocimientos y habilidades básicas de la matemática que pueden ser aplicados en diversas situaciones y contextos. Es lo mínimo indispensable para desempeñarse en situaciones matemáticas o susceptibles de ser matematizadas, o para poder seguir asimilando nuevos contenidos o conceptos matemáticos que presente el mundo futuro. Sobre este aspecto recae el énfasis de esta evaluación, lo que no significa que se deben dejar de lado aquellos conocimientos formativos de la matemática que muchas veces se brindan en las escuelas.

### ... el mundo ...

El término “el mundo” hace referencia al ambiente natural, social y cultural en el que vive el individuo. Como lo señalaba Freudenthal (1983): “*Nuestros conceptos, estructuras e ideas matemáticas se han inventado como herramientas para organizar los fenómenos del mundo físico, social y mental*”. Conviene señalar en este punto que, dado que la mayoría de países que participaron en el diseño de esta evaluación pertenecen al primer mundo, su visión del ambiente natural, social y cultural en el que se desenvuelven sus habitantes puede diferir del ambiente cotidiano correspondiente a un habitante de los países en vías de desarrollo como el nuestro. Dicha visión ha influido en el tipo de tareas propuestas en la evaluación, referidas, en su mayoría, a actividades urbanas o de contextos globales.

### ... comprometerse con ...

Este término se refiere a la actitud del individuo para apreciar y valorar la matemática y sus diversas manifestaciones en la vida. El sentido de este compromiso implica también comunicar, tomar posición, relacionarse y evaluar las situaciones cotidianas desde un punto de vista ligado con la matemática y su método de pensamiento.

### ... vida ...

El término “vida” no solo incluye la vida cotidiana, sino abarca, más ampliamente, diversos ámbitos, como la vida ocupacional y social en interrelación con sus compañeros, familiares, comunidad y entorno mundial.

Una capacidad crucial, implícita en esta noción de alfabetización matemática, es la habilidad para identificar, formular, resolver problemas e interpretar las soluciones de los mismos por medio del uso de la matemática, dentro de una serie de situaciones y contextos. Los contextos varían desde los puramente matemáticos a aquellos en los que no está presente, ni siquiera de manera aparente, una estructura matemática desde el inicio; por tanto, será quien resuelva el problema el que deberá introducir la estructura matemática adecuada al caso.

Las actitudes y emociones relacionadas con el aprendizaje y uso de la matemática, como lo son la autoconfianza, la perseverancia, la curiosidad, el interés, el deseo y el afán por comprender los fenómenos que nos rodean, no son parte explícita de la definición de la alfabetización matemática; sin embargo, debemos señalar que estas actitudes promueven y fomentan su adecuado desarrollo.

## 2. Organización del área de conocimiento

En cuanto a los objetivos del estudio PISA, resultará de mucha utilidad, para entender el modelo propuesto, describir una serie de aspectos de la alfabetización matemática.

Cuatro son los aspectos que funcionarán como ejes organizadores del estudio PISA: dos principales y dos secundarios. Estos aspectos serán utilizados para estructurar el modelo de evaluación que se aplicará.

Los aspectos principales son

- las competencias matemáticas, y
- las ideas englobantes matemáticas.

Los aspectos secundarios son

- los temas de la estructura curricular, y
- las situaciones y contextos.

Los aspectos principales se emplean con el propósito de describir el alcance de la evaluación y el rendimiento. Los aspectos secundarios se emplean para asegurar la adecuada cobertura del área de conocimiento y el equilibrio en la variedad de las tareas seleccionadas.

La inclusión de las competencias en los diseños curriculares de muchos países y la corriente pedagógica constructivista con sus propuestas centradas en las necesidades del individuo inciden en una organización más integrada del contenido matemático que la tradicional división en aritmética, álgebra, geometría y trigonometría. Teniendo en cuenta este enfoque, la evaluación PISA propone la división del contenido matemático en lo que ha denominado *ideas englobantes*. Estas ideas son conjuntos de contenidos y campos de la matemática que permiten analizar los

fenómenos reales con mayor grado de interrelación entre los temas de cada idea. Estos núcleos temáticos presentan la ventaja de no compartimentar artificialmente el conocimiento matemático, pues parten de un enfoque basado en el análisis de los fenómenos reales.

El aspecto de los temas del currículo representa el contenido de la matemática escolar tal como se aplica en el plan de estudios de muchos centros educativos. Para este estudio, se proponen los siguientes temas: el número, la medida, la estimación, el álgebra, las funciones, la geometría, la probabilidad, la estadística y algunos tópicos de matemática discreta. Los temas matemáticos del currículo se presentan como un aspecto secundario en este estudio con el fin de asegurar que los temas curriculares tradicionales se cubran correctamente en la evaluación. Sin embargo, la selección actual del contenido que será incluida se rige por el aspecto más importante y más amplio de las ideas englobantes.

El segundo aspecto secundario hace referencia a las situaciones, es decir, al entorno en que se presentan los problemas matemáticos. Algunos ejemplos son las situaciones educativas, profesionales y personales.

### 3. Organización del modelo de evaluación en matemática

Idealmente, para evaluar si los alumnos de 15 años pueden utilizar sus conocimientos matemáticos para resolver problemas que surgen en su interacción con el mundo, se debe recoger información sobre su capacidad para matematizar una serie de situaciones complejas similares. Evidentemente, esto resultaría poco práctico desde el punto de vista de una evaluación con pruebas escritas. Por el contrario, el estudio PISA ha decidido preparar tareas para evaluar las distintas fases de este proceso. En este sentido, dicho estudio ha situado tres componentes fundamentales para poder generar tareas balanceadas que abarquen y que cubran los cinco as-

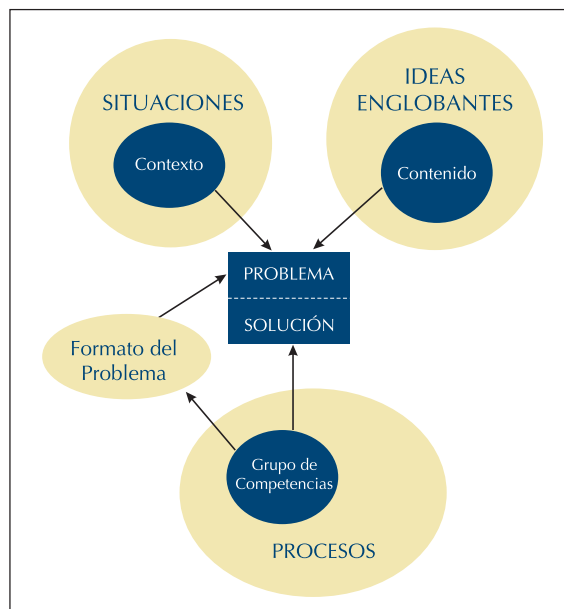
pectos de la matematización<sup>2</sup>, con el fin de que, luego, se utilicen los resultados para crear una escala de habilidad como un indicador del constructo de alfabetización matemática.

Los componentes son los siguientes:

1. Las competencias<sup>3</sup> que deben activarse en el proceso de conectar el mundo real (en el que se generan los problemas) con la matemática, es decir, matematizar la situación para poder resolverla.
2. El contenido matemático que deben utilizar los estudiantes para resolver los problemas, organizados desde el punto de vista de las ideas englobantes.
3. Las situaciones y contextos en los que están inscritos los problemas que los alumnos resolverán.

El siguiente gráfico muestra la relación que existe entre estos tres componentes:

**Gráfico 1.1. Componentes del modelo de evaluación**



2. Para mayor información sobre estos aspectos, véase marco de trabajo PISA.

3. PISA denomina competencias a habilidades complejas que consideran solo el componente procedimental.

### 3.1. Competencias matemáticas

#### 3.1.1. Procesos matemáticos

Las tareas del estudio PISA están diseñadas para integrar un conjunto variado de procedimientos matemáticos generales que intentan ser pertinentes en todos los niveles del aprendizaje de la matemática. A continuación, se describen brevemente estos procedimientos.

**a. Pensamiento matemático, el cual implica:**

- plantear preguntas características de la matemática (“¿existe...?”, “si es así, ¿cuántas?”, “¿cómo encontramos...?”);
- conocer los tipos de respuestas que los matemáticos ofrecen a tales preguntas;
- distinguir entre distintos tipos de sentencias (definiciones, axiomas, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionales, etc.); y
- comprender y manejar la extensión y los límites de los conceptos matemáticos dados.

**b. Argumentación matemática, la cual implica:**

- conocer lo que son las demostraciones matemáticas y cómo difieren de otros tipos de razonamiento matemático;
- seguir y evaluar cadenas de argumentos matemáticos de distinto tipo;
- poseer cierto sentido de la heurística (qué puede suceder o no, y por qué); y
- construir argumentos matemáticos originales.

**c. Comunicación matemática, la cual implica:**

- expresar en una variedad de formas (oral y escrita) temas con contenido matemático; y
- comprender enunciados orales y escritos formulados por otros sobre tales materias.

**d. Modelación, la cual implica:**

- organizar y estructurar el campo o situación que será modelada;
- traducir la situación real a estructuras matemáticas;
- interpretar los modelos matemáticos en términos de la realidad;
- utilizar un modelo matemático para dar solución a la situación real;
- validar el modelo;
- reflexionar, analizar, y ofrecer una crítica de un modelo y sus resultados;
- comunicar acerca de los modelos y sus resultados (y que se incluyan las limitaciones de tales resultados); y
- monitorear y controlar el proceso del modelado.

**e. Formulación y resolución de problemas, lo cual implica:**

- plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos;
- diseñar diversos planes o utilizar variadas estrategias heurísticas que tiendan a resolver los problemas;
- resolver distintos tipos de problemas matemáticos mediante variadas formas; y
- reflexionar sobre el proceso seguido al resolver un problema, establecer generalizaciones, sistematizar posibles algoritmos, etc.

**f. Representación, la cual implica:**

- codificar y decodificar, traducir, interpretar y distinguir entre distintas formas de representación de objetos y situaciones matemáticas, y relacionar las distintas representaciones; y
- seleccionar y recodificar distintas formas de representación según la situación y el propósito.

**g. Uso de símbolos, lenguaje formal y técnico, y operaciones, lo cual implica:**

- decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal, y comprender su relación con el lenguaje natural;

- traducir del lenguaje natural al lenguaje simbólico / formal;
- manipular enunciados, y expresiones que contienen símbolos y formas; y
- usar variables, resolver ecuaciones y realizar cálculos.

#### **h. Uso de ayudas y herramientas, el cual implica:**

- conocer y ser capaz de hacer uso de varias ayudas y herramientas (que incluye herramientas informáticas) que puedan facilitar la actividad matemática; y
- conocer acerca de los límites de tales ayudas y herramientas.

Es conveniente aclarar que el estudio PISA no utiliza tareas que evalúen de manera individual las competencias anteriores, ya que, cuando se hace “matemática real”, es necesario manejar simultáneamente muchas de estas habilidades.

### **3.1.2. Grupos de competencias**

Para describir los niveles de competencia matemática, el estudio PISA organiza los procesos en tres grupos, que definen el tipo de habilidad mental requerido:

- Reproducción, definiciones y cálculos.
- Conexión e integración para la resolución de problemas.
- Matematización, pensamiento matemático, generalización e intuición.

En general, estos procesos están en orden creciente de dificultad, pero no es necesario dominar uno para progresar hacia el otro. Es posible que alguien pueda integrar fácilmente información relevante en el momento de resolver un problema y, sin embargo, cometa errores o presente otras dificultades en el trabajo algorítmico.

- **Grupo de competencias 1: Reproducción, definiciones y cálculos**

Este grupo considera procesos evaluados en muchas pruebas estandarizadas –como en estudios comparativos internacionales–, los cuales, generalmente, son presentados en el for-

mato de opción múltiple. Dichos procesos están relacionados con el conocimiento de hechos y de representaciones, el reconocimiento de equivalencias, la recordación de nombres y propiedades de los objetos matemáticos, la realización de procedimientos de rutina, la aplicación de algoritmos convencionales, y el desarrollo de habilidades técnicas.

- **Grupo de competencias 2: Conexión e integración para la resolución de problemas**

Los procesos de este grupo comienzan con la elaboración de conexiones entre los distintos temas y campos de la matemática, y, luego, integran información para resolver problemas sencillos. Aunque los problemas, supuestamente, no son cotidianos, no requieren de un grado mayor de matematización.

Dentro de este grupo de competencias, se espera que los estudiantes manipulen los diferentes aspectos de la representación, según la situación y el propósito.

Las conexiones también requieren que los estudiantes sean capaces de distinguir y relacionar sentencias tales como definiciones, condiciones, ejemplos, aserciones condicionadas y demostraciones; y decodificar e interpretar lenguaje formal y simbólico, así como comprender su relación con el lenguaje natural. En este grupo, los problemas son presentados, frecuentemente, dentro de un contexto y comprometen a los estudiantes a tomar decisiones matemáticas.

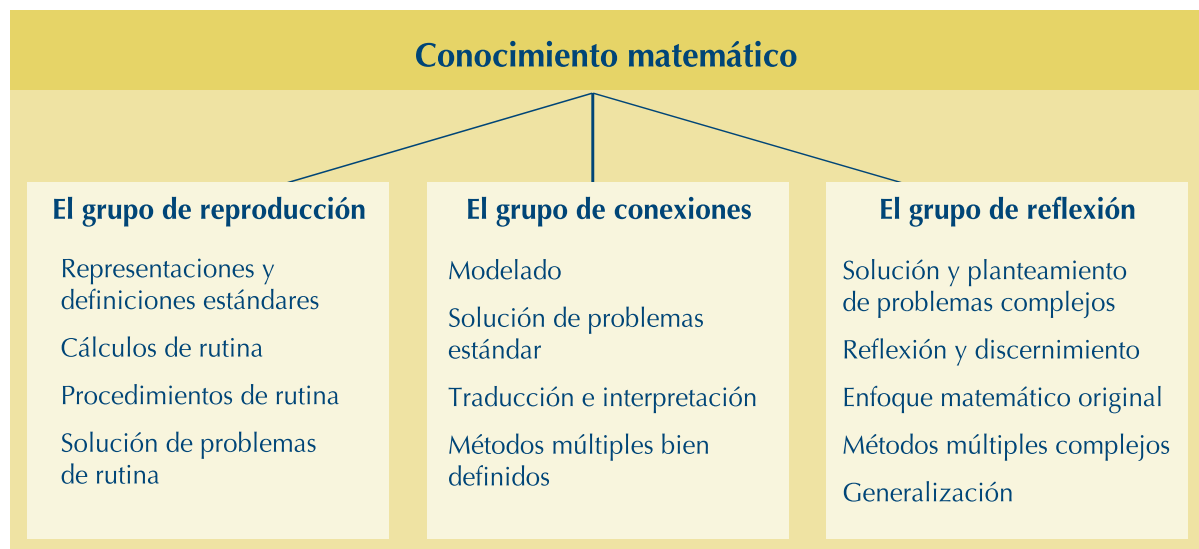
- **Grupo de competencias 3: Matematización, pensamiento matemático, generalización e intuición**

Las competencias de este grupo están relacionadas con el proceso de matematizar situaciones, es decir, reconocer y extraer la matemática relevante involucrada en la situación real y utilizar el conocimiento matemático adquirido para resolver el problema. Además, estas competencias implican analizar, interpretar, desarrollar modelos y estrategias personales, y hacer argumentaciones matemáticas que incluyan demostraciones y generalizaciones.

Los procesos de este grupo implican pensamiento crítico, análisis y reflexión. Los estudiantes no solamente deben ser capaces de resolver problemas, sino también de formular y proponer problemas, comunicar situaciones, y tener intuición sobre la naturaleza de la matemática como una ciencia.

Este nivel, dirigido a la esencia de la matemática y de la alfabetización matemática, resulta difícil de evaluar. El formato de opción múltiple no es el más adecuado para evaluar este grupo de competencias. Las preguntas con respuestas construidas abiertas son más adecuadas; sin embargo, tanto el diseño de tales preguntas como la corrección de las respuestas resulta un proceso complejo.

**Gráfico 1.2. Cuadro resumen de las clases de competencias**



### 3.2. Contenido matemático

Los diseños curriculares de la matemática escolar, generalmente, se organizan en contenidos temáticos. Estos contenidos compartimentan la matemática y, frecuentemente, enfatizan en los cálculos y las fórmulas. A principios del siglo XX, podía considerarse a la matemática dividida en aproximadamente doce ramas distintas: aritmética, geometría, álgebra, cálculo, entre otras. Hoy en día, este número se ha incrementado considerablemente hasta llegar a alrededor de setenta ramas. Algunas, tales como el álgebra o la topología, se han subdividido en varias ramas; otras, como la teoría de la complejidad o la de los sistemas dinámicos, constituyen nuevos campos de estudio.

Los fenómenos y problemas de la realidad, rara vez, se presentan en formas y contextos que puedan interpretarse y abordarse por la aplicación exclusiva de los conocimientos de

un solo contenido temático. Por el contrario, cada fenómeno o problema involucra conceptos y procesos de varias ramas de la matemática. Con el fin de ser consecuente con esta situación, la matemática escolar debería reflejar los complejos patrones del entorno cotidiano.

Por estas y otras razones, el estudio PISA eligió una aproximación innovadora y organizó los contenidos matemáticos desde un enfoque fenomenológico, mediante el cual se describe el contenido en relación con los fenómenos y la clase de problemas para los cuales fue creado. A estos grupos de contenidos se les llamó *ideas englobantes*. Para el estudio PISA, se realizó una selección de las ideas englobantes de modo que abarquen suficiente variedad y profundidad de conceptos para mostrar lo esencial de la matemática y, al mismo tiempo, representen o incluyan los temas curriculares de la matemática tradicional de una manera aceptable.

Las siguientes ideas englobantes matemáticas cumplen estos requisitos:

- Cantidad
- Espacio y forma
- Cambio y relaciones
- Incertidumbre

### 3.2.1. Cantidad

Esta idea englobante se centra en la necesidad de la cuantificación como medio para organizar y comprender el mundo. El razonamiento cuantitativo actual exige de las personas tener la capacidad para interpretar los números usados para describir procesos complejos, de razonar con conjuntos de variables interrelacionadas, y de crear e interpretar de manera crítica fenómenos cuando no existe un modelo preestablecido.

Los aspectos importantes de esta idea incluyen la comprensión del tamaño relativo, el reconocimiento de los patrones numéricos, la comprensión de las propiedades fundamentales de los sistemas numéricos y de la vinculación entre estos sistemas matemáticos y las situaciones de la vida real en que están incluidos, y el uso de los números para representar cantidades y atributos cuantificables de los objetos del mundo real (medidas). Además, esta idea se relaciona con otros temas: la gestión y el procesamiento de grandes cantidades de datos cuantitativos, las posibles relaciones que se presenten entre ellos, la descripción e interpretación de estructuras cuantitativas mediante representaciones verbales, simbólicas y gráficas, la ejecución de cálculos tanto exactos como aproximados en los que intervengan ideas aritméticas y algebraicas por medio de diversos métodos (mental, lápiz y papel, calculadora, computadoras).

### 3.2.2. Espacio y forma

Los patrones se encuentran presentes en muchas actividades cotidianas: palabras, música, video, tráfico, construcciones y arte. Las formas pueden considerarse como patrones: casas, oficinas, puentes, estrellas de mar, copos de nieve, planos de ciudades, hojas de

tréboles, cristales y sombras. Los patrones geométricos pueden servir como modelos relativamente simples de muchas clases de fenómenos, y su estudio es posible y deseable en todos los niveles educativos.

Al entender el espacio y las construcciones, los estudiantes necesitan buscar semejanzas y diferencias al analizar los componentes de forma y reconocer formas en distintas representaciones y de diversas dimensiones. El estudio de las formas está estrechamente ligado con el concepto de “aprehender el espacio”: aprender a conocer, explorar y gestionar el espacio en el que los individuos se desenvuelven.

Los estudiantes, por lo tanto, deberían ser capaces de comprender las propiedades de los objetos y sus posiciones relativas. Deben ser conscientes de la manera cómo ven las cosas y por qué las ven así. Del mismo modo, estos deben aprender a moverse a través del espacio mediante las construcciones y las formas. Esto significa entender la relación entre las formas, y las imágenes o representaciones visuales (como la que hay entre una ciudad real, y sus fotografías y mapas). Así mismo, incluye el entendimiento de cómo los objetos tridimensionales pueden representarse en dos dimensiones, cómo se forman las sombras y cómo deben ser interpretadas, qué es la perspectiva y cómo funciona.

### 3.2.3. Cambio y relaciones

Todo fenómeno natural es una manifestación de procesos de cambio. Ejemplos de estos cambios son el crecimiento de los organismos, el ciclo de las estaciones, el flujo y reflujo de las mareas, los ciclos de desempleo, las variaciones climáticas, los índices de acciones de bolsa, entre otros.

Algunos de estos procesos de cambio implican y pueden ser descritos o modelados por funciones matemáticas directas: lineales, exponenciales, periódicas o logísticas, discretas o continuas. No obstante, muchas relaciones caben en diversas categorías y un análisis de datos suele ser esencial para determinar la clase de relación que está pre-



sente. Las relaciones matemáticas, frecuentemente, toman la forma de ecuaciones o desigualdades, pero pueden aparecer también relaciones de una naturaleza más general (por ejemplo, equivalencia, divisibilidad, inclusión). El observar patrones de cambio en la naturaleza y en la matemática, por lo tanto, no está confinado a partes específicas del currículo tales como el álgebra.

El estudio PISA examinó las habilidades de los estudiantes para entender los tipos fundamentales de cambio, representar dichos cambios en forma comprensible, reconocer tipos particulares de cambio cuando estos ocurren y aplicar estas técnicas en el mundo exterior.

El pensamiento funcional, es decir, pensar en términos de relaciones entre variables, es uno de los objetivos disciplinarios fundamentales de la enseñanza de la matemática. Las relaciones pueden expresarse mediante diversas representaciones, que incluyen la simbólica, la algebraica, la gráfica, la tabular y la geométrica. Al estudiar situaciones de cambio, cada una de las representaciones mencionadas pueden servir para propósitos específicos; por ello, resulta de vital importancia comprender sus propiedades y realizar adecuadamente la traslación de una representación a otra.

### 3.2.4. Incertidumbre

La sociedad actual ofrece información abundante y en permanente crecimiento. A menudo, se presenta esta información como exacta, científica y con un alto grado de certeza. Sin embargo, en la vida diaria, constantemente, los individuos se enfrentan a una serie de resultados inciertos. Por ejemplo, conocer el resultado de las elecciones políticas; pronosticar el tiempo climático para una determinada fecha; predecir los cambios de valor de las acciones, del crecimiento poblacional, de los modelos económicos; y muchas otras situaciones que demuestran que hoy, más que nunca, es necesario, para un ciudadano, comprender y administrar la incertidumbre con cierto grado de confiabilidad.

Por estas razones, entre otras, existe un fuerte consenso entre los educadores matemáti-

cos del mundo en sugerir que la estadística y la probabilidad deben ocupar, en el currículo de matemática, un lugar más predominante que en el pasado<sup>4</sup>.

Para la primera etapa del estudio PISA<sup>5</sup>, dado que el número de tareas matemáticas no sería extenso, se optó por evaluar solo dos ideas englobantes: espacio y forma, y cambio y relaciones. Se seleccionaron estas ideas ya que pueden abarcar diversas ramas de la matemática sin enfatizar demasiado en muchas habilidades numéricas y operativas. El tiempo de la parte que corresponde a matemática fue distribuido uniformemente entre estas dos ideas englobantes.

### 3.3. Contextos de aplicación

Un importante aspecto de la definición de alfabetización matemática es el usar y hacer matemática en una variedad de situaciones. Así, la comprensión y la intuición matemática de los estudiantes necesitan ser evaluadas en diversas situaciones, con el fin de minimizar la probabilidad de que los estudiantes encuentren que las tareas no son culturalmente relevantes.

Teniendo como referencia al sujeto evaluado, se pueden plantear las situaciones propuestas a partir de la distancia (o nivel de cotidianidad) entre estas y el individuo. Dentro de estas situaciones, el sujeto tiene su vida privada, entendida como vida diaria, como la más cercana. La siguiente es la vida escolar, laboral y deportiva. Esta se encuentra seguida de la vida en la comunidad local y la sociedad. Por último, más alejados, están los contextos científicos. De esta manera, se puede definir una escala más o menos continua de situaciones.

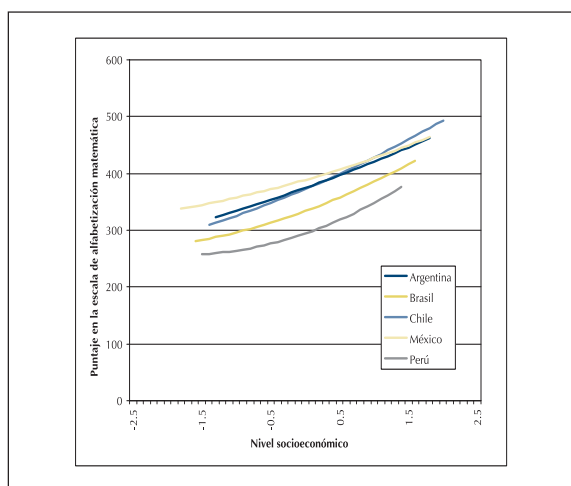
La influencia de la distancia en el rendimiento del estudiante, es decir, cómo lo afecta, no es siempre definible con claridad. No se puede decir que los contextos más cercanos son necesariamente más atractivos para los

4. OCDE (2001d). NCTM (2000).

5. El estudio PISA consta de tres etapas: la primera, aplicada en el 2000, enfatizó en la alfabetización lectora; la segunda, en la alfabetización matemática; y la última, en la alfabetización científica.

estudiantes o más adecuados que los contextos científicos. Sin embargo, existen muchos educadores matemáticos que afirman que la poca familiaridad con el contexto puede ser un impedimento para resolver una situación problema. En este mismo sentido, otras investigaciones sobre el tema sugieren que a los estudiantes les es más factible comprender los sistemas numéricos y las medidas cotidianas mediante situaciones concretas inscritas en experiencias personales. No obstante, parece que los estudiantes de secundaria, en su mayoría adolescentes, tienen menos necesidad de un contexto personalmente relevante que los niños de primaria.

**Gráfico 1.3. Relación de los contextos con el individuo**



Independientemente de la “distancia” entre las situaciones y los estudiantes, el estudio PISA apunta a que las tareas estén basadas en contextos auténticos que, probablemente, ocurran en el mundo real. Si la educación matemática debe preparar a los estudiantes para que sean ciudadanos activos e informados, esta debe tratar con contextos reales, tales como los problemas de la contaminación, seguridad vial y crecimiento poblacional. Estos contextos no excluyen, sin embargo, contextos ficticios o artificiales basados en representaciones estilizadas de situaciones problema. Por ejemplo, sería interesante analizar el tráfico en una ciudad con determinadas restricciones, sistemas monetarios ficticios, sistemas de medición y numeración no convencionales, entre otros.

#### 4. Escalas de alfabetización matemática

El estudio PISA consta de tres etapas. La primera de ellas fue realizada en el año 2000 con los países miembros de la OCDE y complementada con la prueba “PISA +” aplicada en el año 2001 a los países no miembros de la OCDE, entre los cuales participó el Perú. En esta primera etapa, se puso énfasis en la comprensión lectora, pero también se evaluaron las otras dos áreas de conocimiento (matemática y ciencias), aunque con un menor número de tareas. Debido a este pequeño número de tareas propuestas, en esta primera etapa, el desempeño en la alfabetización matemática solo puede ser reportado a partir de una escala simple y no una escala total que contenga subescalas y subniveles de desempeño, como sí se pudo construir para el caso de la alfabetización lectora.

La escala utilizada fue construida a partir de una media referencial de 500 puntos y una desviación estándar de 100. Esta significa que casi dos terceras partes de los estudiantes de los países OCDE<sup>6</sup> obtuvieron puntajes entre 400 y 600 puntos. La escala mide la habilidad de los estudiantes para cubrir el amplio rango de procesos matemáticos en relación con las áreas de contenido y representaciones de varias situaciones descritas en el marco teórico de la evaluación.

Como se ha señalado, la evaluación de la alfabetización matemática y científica estuvo más limitada que la de la alfabetización en comprensión lectora en el estudio PISA 2000, por lo que no se hizo ningún intento de definir niveles de dominio como se hizo en comprensión de lectora. Sin embargo, es posible proveer una descripción amplia del desempeño en matemática y ciencias en términos del conocimiento y habilidades que los estudiantes deben demostrar en varios puntos relevantes de las escalas respectivas. En este sentido, es posible realizar una descripción en la que se distingan las características de las tareas y se identifiquen en niveles

6. Debido a que el estudio fue promovido por la OCDE, los parámetros se adoptaron en consulta solo con los países miembros.

bajo, medio y alto de dificultad en la escala, lo que permitirá describir, luego, grados bajo, medio y alto de desempeño en relación con los grupos de tareas.

Algunos factores de las tareas entran en juego para determinar dónde serán ubicadas las mismas a lo largo de la escala creciente de dificultad. Estos factores incluyen el número y complejidad de los pasos requeridos; cuántas relaciones e integración de elementos son necesarios; y la sofisticación de las demandas para modelar, interpretar y generalizar en el diseño y ejecución de una estrategia hasta llegar a una solución exitosa para un determinado problema. Las tareas del estudio PISA varían desde problemas de un solo paso, que requieren de los estudiantes la simple activación de conocimientos adquiridos en la escuela, o hacer cálculos rutinarios a complejas tareas, que requieren múltiples pasos, la construcción de razonamientos plausibles o la modelación de las situaciones presentadas en contextos poco comunes.

Teniendo en cuenta lo señalado anteriormente, es posible describir los niveles en términos de las características de las tareas, como se indica a continuación.

- Los estudiantes que se ubican en el extremo superior de la escala, alrededor de los 750 puntos, se desempeñan activa y creativamente en sus aproximaciones a los problemas matemáticos. Interpretan y formulan problemas en términos matemáticos, pueden manejar información más compleja, y pueden administrar varios pasos a lo largo de un proceso de solución. Los estudiantes en este nivel identifican y aplican conocimientos y herramientas relevantes (frecuentemente, en un contexto de problema no familiar); muestran intuición e inspiración inventiva; utilizan la comprensión súbita (*insight*) para identificar una manera adecuada de hallar una solución; y demuestran otros procesos cognitivos de orden superior tales como la generalización, el razonamiento y la argumentación para explicar y comunicar resultados.
- Los estudiantes que se ubican alrededor de los 570 puntos en la escala son capaces de interpretar, conectar e integrar diferentes representaciones de un problema o diferentes parcelas de información; utilizar y manipular un modelo dado (algebraico o en otra representación simbólica), verificar proposiciones o modelos dados. Los estudiantes de este nivel se caracterizan por trabajar con estrategias dadas, modelos o proposiciones (por ejemplo, reconociendo y extrapolando a partir de un patrón), y por seleccionar y aplicar conocimiento matemático relevante para resolver un problema que pueda implicar un pequeño número de pasos de solución.
- Los estudiantes que se ubican en el extremo inferior de la escala, alrededor de 380 puntos, generalmente, son capaces de realizar un paso único de solución que consiste en reproducir hechos o procesos matemáticos básicos, o de aplicar habilidades operativas básicas. Los estudiantes de este nivel se caracterizan por reconocer información a partir de material gráfico o textual que es familiar y directo, y, en el cual, se da de manera explícita o se hace evidente una formulación matemática. Así mismo, los estudiantes interpretan o razonan a partir del reconocimiento de un solo elemento familiar de un problema y resuelven problemas mediante la aplicación de un procedimiento rutinario de uno o dos pasos.

**Cuadro 1.1. Cuadro resumen de las habilidades y conocimientos de los alumnos según el puntaje alcanzado en la escala de alfabetización matemática**

Niveles de desempeño	Habilidades y conocimientos
<p><b>NIVEL DE DESEMPEÑO ALTO</b> Estudiantes que obtienen alrededor de 750 puntos en la escala</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestran intuición y comprensión en el proceso de solución de los problemas.</li> <li>• Desarrollan interpretaciones y formulaciones matemáticas a problemas puestos en un contexto realista.</li> <li>• Identifican herramientas matemáticas relevantes o métodos de solución de problemas en contextos no familiares.</li> <li>• Resuelven problemas que involucran varios pasos.</li> <li>• Reflexionan sobre sus resultados y generalizan sus hallazgos.</li> <li>• Usan razonamientos y argumentos matemáticos para explicar sus soluciones y comunicar sus resultados.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE DESEMPEÑO MEDIO</b> Estudiantes que obtienen alrededor de 570 puntos en la escala</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretan, relacionan e integran información diversa para resolver un problema.</li> <li>• Trabajan con diferentes representaciones matemáticas de un problema y establecen relaciones entre las mismas.</li> <li>• Usan y manipulan modelos matemáticos dados en un problema.</li> <li>• Usan lenguaje simbólico para resolver problemas.</li> <li>• Resuelven problemas que involucran un número pequeño de pasos.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE DESEMPEÑO BAJO</b> Estudiantes que obtienen alrededor de 380 puntos en la escala</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocen elementos sencillos en un problema rutinario.</li> <li>• Reproducen hechos conocidos o procedimientos estándares para resolver un problema.</li> <li>• Aplican conocimiento matemático para resolver problemas simples, ya expresados o formulados en términos matemáticos, o donde la formulación matemáticas es casi evidente.</li> <li>• Resuelven problemas que involucran solo uno o dos pasos.</li> </ul>

Fuente: OECD (2001a)

## 5. La naturaleza de las tareas matemáticas del estudio PISA

Dado que el estudio PISA es una prueba internacional de las habilidades de alfabetización de los jóvenes de 15 años, todas las tareas deben ser adecuadas para este tipo de población. En general, las tareas consisten de un material de estímulo o información, una introducción y la pregunta propiamente dicha. Además, en el caso de tareas de respuesta abierta, las cuales posibilitaban respuestas en diversos grados de desempeño, se desarrolló un sistema de codificación detallado para que los revisores, en todos los países participantes, codifiquen las respuestas de los alumnos de manera consistente y confiable.

En una sección anterior de este documento, se trataron con cierto detalle los contextos utilizados para la construcción de tareas matemáticas para el estudio PISA. En dicho estudio de 2003, cada pregunta se colocó en uno de estos cinco tipos de contexto: personal, educativo, ocupacional, público y científico. Las preguntas seleccionadas para la prueba del estudio PISA 2003 representó una muestra diversificada de estos tipos de contexto.

El estudio PISA valora más las tareas que pueden encontrarse en una variedad de situaciones del mundo real y que presentan un contexto en el que el uso de la matemática para resolver problemas sería *auténtico*. Los problemas con contextos extramatemáticos, que influyen en la solución y su interpretación, son utilizados, de manera preferente, como medio para evaluar el conocimiento matemático.

Las tareas fueron seleccionadas de manera que su redacción y el nivel de lectura requerido para enfrentarse adecuadamente a ellas sean tan sencillos y directos como sea posi-

ble. Adicionalmente, se han tratado de evitar contextos que pudieran introducir un sesgo cultural.

Las tareas seleccionadas para la prueba representan, de manera cabal y en adecuadas proporciones, las dimensiones de la evaluación. Así mismo, presentan un amplio rango de dificultades con el fin de lograr recoger información específica acerca de la amplia diversidad que existe entre los participantes en el estudio PISA.

### 5.1. Formatos de las preguntas

Cuando se diseñan instrumentos de evaluación, se debe considerar, atentamente, el impacto del formato de las tareas en el rendimiento de los alumnos y, por ende, en la definición del constructo que se está evaluando. Este asunto es pertinente, en particular, en una evaluación como la del estudio PISA, en la cual el contexto de gran escala a nivel nacional para la evaluación limita seriamente el rango de formatos de tareas posibles.

El estudio PISA evaluó la alfabetización matemática por medio de una combinación de preguntas con formatos de respuesta abierta, de respuesta cerrada y de opción múltiple. El uso de formatos de selección múltiple se considera, por lo general, el más adecuado para evaluar tareas que se asociarían con los grupos de competencia de reproducción y conexiones. Como ejemplo de este tipo de preguntas, se encuentra la figura 1.1, que muestra una tarea asociada con el grupo de competencia de conexiones.

Para resolver este problema, los alumnos deben traducir el problema a términos matemáticos, diseñar un modelo para representar la naturaleza periódica del contexto descrito y extender el patrón para que coincida con el resultado de una de las opciones dadas.

**Figura 1.1. Ejemplo de pregunta de opción múltiple**

Una foca debe respirar incluso si está dormida. Martín observó una foca durante una hora. Al comienzo de su observación, la foca buceó al fondo del mar y empezó a dormir. En 8 minutos flotó lentamente a la superficie y respiró.

A los 3 minutos había regresado al fondo del mar nuevamente y todo el proceso empezó nuevamente de manera regular.

Después de una hora, la foca estaba:

- a) Al fondo del mar
- b) Subiendo
- c) Respirando
- d) Bajando

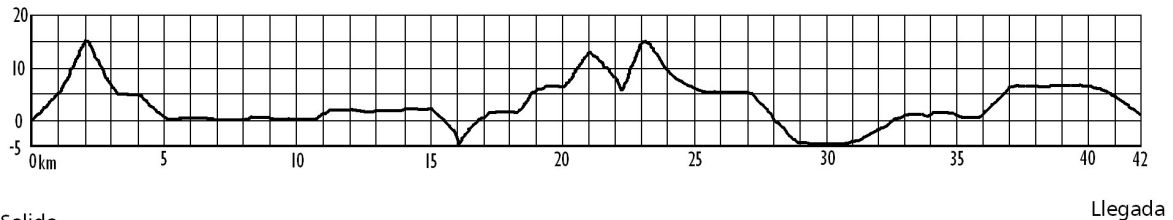
Para la exploración y medición de habilidades mentales más complejas, se recomiendan otros formatos de pregunta. Las preguntas de respuesta construida cerrada plantean preguntas similares que las de opción múltiple, pero se pide que los alumnos produzcan una respuesta que pueda ser evaluada con

facilidad como correcta o incorrecta. Para las preguntas de este formato, no se deben incluir elementos que distraigan (que influyan en lo que se está evaluando). Por ejemplo, en el caso del problema de la figura 1.2, solo hay una respuesta correcta y varias posibilidades de respuestas incorrectas.

**Figura 1.2. Ejemplo de pregunta de una respuesta construida cerrada**

Tepia Loroupe ganó la maratón de Rotterdam de 1998. “Fue fácil”, dijo, “la pista era casi plana”.

A continuación se ve un gráfico de las diferencias de elevación de la pista de la maratón de Rotterdam:



Salida

Llegada

*(Diferencias de nivel de la pista – en metros en relación al punto de partida)*

¿Cuál fue la diferencia entre el punto más alto y el más bajo de la pista?

Las preguntas de respuesta construida abierta requieren una respuesta más amplia del alumno, y el proceso de producir una respuesta, a menudo, implica habilidades de mayor nivel. Con frecuencia, las preguntas no solo piden que el alumno dé la respuesta, sino también que muestre los pasos que siguió o que explique cómo obtuvo tal respuesta. La

característica principal de las preguntas de respuesta construida abierta es que permiten que los alumnos demuestren sus capacidades proporcionando soluciones en determinado rango de niveles de complejidad matemática. La pregunta de la figura 1.3 es un ejemplo de este tipo.

**Figura 1.3. Ejemplo de pregunta de respuesta construida abierta**

Indonesia se ubica entre Malasia y Australia. En el siguiente cuadro, se muestran algunos datos de la población de Indonesia y su distribución en las islas:

Región	Área de superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Población en 1980 (millones)	Porcentaje de la población total
Java/Madura	132 187	6,95	91 281	61,87
Sumatra	473 606	24,86	27 981	18,99
Kalimantan (Borneo)	539 460	28,32	6 721	4,56
Sulawesi (Celebes)	189 216	9,93	10 377	7,04
Bali	5 561	0,30	2470	1,68
Irian Jaya	421 981	22,16	1 145	5,02
TOTAL	1 905 569	100,00	147 384	100,00

Uno de los mayores desafíos para Indonesia es la distribución desigual de la población en las islas. En el cuadro, se observa que Java, que tiene menos del 7% del área total, tiene casi el 62% de la población.

Pregunta: Diseñe un gráfico (o gráficos) que muestren la distribución desigual de la población de Indonesia.

**Fuente:** de Lange et Verhage (1992).

Las respuestas a las preguntas de respuesta construida abierta requieren la codificación de personas capacitadas que implementen una rúbrica de codificación que puede requerir un elemento de juicio profesional. Debido a la gran probabilidad de desacuerdos entre los correctores de estas preguntas, el estudio PISA implementó estudios de confiabilidad de los correctores para monitorear la magnitud del desacuerdo. La experiencia en este tipo de estudios muestra que pueden desarrollarse rúbricas de codificación claras con las que se pueden obtener puntajes confiables.

El estudio PISA agrupó las preguntas de la prueba en unidades. Cada unidad era un formato de tareas, en el cual varias preguntas están ligadas con un estímulo. Las tareas de este formato brindan a los alumnos la oportunidad de involucrarse con un contexto o problema por medio de una serie de preguntas de complejidad creciente. Las primeras preguntas, típicamente, son de opción múltiple o cerradas, mientras que las siguientes, por lo general, son abiertas. Este formato puede usarse para evaluar cada uno de los grupos de competencia.

Una razón para usar los formatos de tareas con estímulos comunes es que permiten diseñar tareas realistas y que las situaciones de la vida real se reflejen en estas. Otra razón se refiere al uso eficiente del tiempo, lo que significa que se reduce el tiempo requerido para “entrar” (involucrarse) en el asunto que es materia de la situación.

## 6. Estructura de la prueba

Como para alfabetización lectora, las categorías del modelo de evaluación de la alfabetización matemática fueron medidas por medio de un variado rango de tipos de preguntas. La distribución de los tipos de pregunta se presenta en el cuadro 1.2 junto con los componentes de la evaluación. Algunas preguntas fueron de opción múltiple, en las que, mayormente, se requirió series de respuestas del tipo “cierto” / “no cierto” o “sí” / “no”, que hacían referencia a una misma situación. Otras preguntas fueron de respuesta construida cerrada y otras de respuesta construida abierta.

**Cuadro 1.2. Distribución de preguntas de alfabetización matemática según las dimensiones y formato de las preguntas**

Componentes	N° de preguntas	N° de preguntas de opción múltiple	N° de preguntas de respuesta construida cerrada	N° de preguntas de respuesta construida cerrada
<b>Grupo de competencia</b>				
Reproducción	15	4	11	–
Conexiones	15	5	6	4
Reflexión	3	–	–	3
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>7</b>
<b>Idea englobante</b>				
Espacio y forma	20	4	13	3
Cambio y relaciones	13	5	4	4
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>7</b>
<b>Contextos y situaciones</b>				
Comunitario	2	4	–	2
Educacional	–	5	1	4
Ocupacional	–	2	–	2
Personal	3	9	4	2
Público	1	4	1	2
Científico	1	9	3	5
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>17</b>

Fuente: Basado en OECD (2001a).

## 7. Presentación y análisis de tareas del estudio PISA 2000

Con el fin de ilustrar cómo los diversos aspectos del modelo de evaluación se manifiestan por medio de tareas y preguntas en el estudio PISA 2000, se describen, en esta sección, algunas de las tareas que este estudio propuso para evaluar la alfabetización matemática. Estas preguntas pertenecen al banco de PISA y han sido liberadas (expuestas) para su conocimiento público.

Para organizar las preguntas, el estudio PISA utiliza un formato específico que denomina “unidad”. Cada unidad consta de un estímulo, que presenta una información matemática contextualizada. A partir de dicho estímulo, se plantean preguntas que el estudiante debe responder. Dichas preguntas han sido construidas de acuerdo con las definiciones

expresadas en el marco teórico conceptual del estudio PISA 2000.

Los estímulos han sido reproducidos en el mismo formato en que se propusieron en la prueba. Para cada pregunta, se presenta una clasificación según las dimensiones del modelo de evaluación, el formato de presentación, el puntaje OCDE y, en el caso de que la pregunta haya sido respondida por estudiantes peruanos, el porcentaje de aciertos y el porcentaje promedio de los países participantes.

Adicionalmente, se describen los procedimientos matemáticos, estrategias, hechos y conceptos que los estudiantes deben utilizar para poder responder con éxito las preguntas propuestas. Del mismo modo, se muestran los criterios utilizados para la calificación de cada pregunta presentada. En este punto, conviene comentar que los criterios



de calificación están referidos a diferentes niveles de desempeño matemático de los alumnos. Así, las preguntas de respuesta construida abierta, en particular, son fuente de mucha información y el análisis de sus respuestas permite la clasificación de los estudiantes de acuerdo con el grado de dominio matemático adquirido. Por ejemplo, a un estudiante se le pide que halle el término que ocupa el lugar 26 en la secuencia

4,7,10,13,16,19,..., sabiendo que el patrón de formación continúa y se repite.

Un desempeño matemático incipiente para resolver este problema puede ser continuar la lista hasta llegar al término que ocupa dicho lugar; sin embargo, un mejor nivel de desempeño será que el alumno identifique el patrón y descubra cómo puede formar cualquier término conociendo el lugar que ocupa en la lista.

**PREGUNTA:** Sabiendo que el patrón de formación de la lista: 4,7,10,13,16,19, ... continúa, hallar el término que ocupa el lugar 26.

SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2
<p><i>“Continuaré la lista dada...</i></p> <p>4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34,37,40,43,46,49,52,55,58,61,64,67,70,73,76,79.</p> <p><i>El término que ocupa el lugar 26 es 79”.</i></p>	<p>4,7,10,13,16,19,...</p> <p><i>“Buscaré si hay una regla:</i>  <i>primer término: 4</i>  <i>segundo término: 4 + 1x3</i>  <i>tercer término: 4 + 2x3</i>  <i>cuarto término: 4 + 3x3</i>            .            .            .  <i>vigésimo sexto término: 4 + 25x3 = 79</i>  <i>El término que ocupa el lugar 26 es 79”.</i></p>

Las formas de responder a una tarea ilustran dos niveles de desempeño distintos.

Como se muestra en el ejemplo, las respuestas de los estudiantes a las preguntas de respuesta construida abierta proporcionan valiosa información acerca de sus estrategias, patrones de pensamiento y el grado de estructuración del conocimiento matemático que poseen para aplicarlo a situaciones diversas.

A continuación, se presentan seis unidades con sus preguntas respectivas. Las unidades son “manzanos”, “superficie de un continente”,

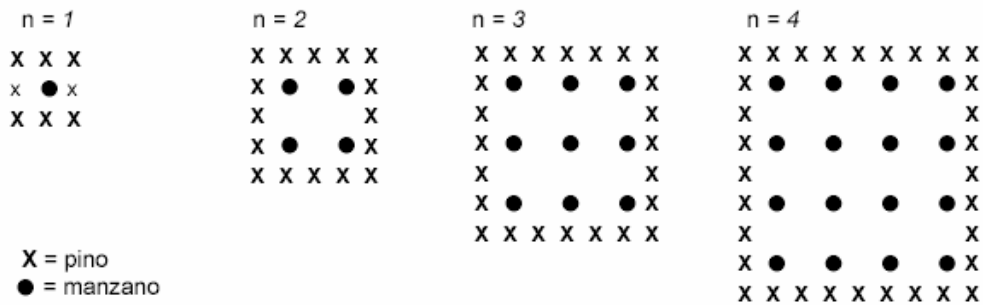
“velocidad de un auto de carrera”, “triángulos”, “el campo” y “construcción de bloques”.

Las dos primeras unidades no fueron seleccionadas para la prueba aplicada en el Perú. No obstante, en este documento, se presentan tales unidades para ejemplificar el proceso de evaluación por niveles de desempeño y la clasificación de tipos de respuesta, ya que no existen otras preguntas liberadas por el estudio PISA que sean de respuesta construida abierta.

## UNIDAD MANZANOS

Un agricultor planta manzanos en un esquema cuadrado. Para proteger los árboles del viento, él planta pinos alrededor de todo el huerto

Aquí, ves un diagrama de esta situación, donde se presentan los cuadrados de manzanos y de pinos para algunos números ( $n$ ) de filas de manzanos



### Pregunta 1

Completa la tabla.

$n$	Número de manzanos	Número de pinos
1	1	8
2	4	
3		
4		
5		

**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** cambio y relaciones

**Contexto:** educacional

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Puntaje PISA 2000:** 548, nivel medio

descripción escrita de la situación problemática y la relacionen con una representación tabular de una parte de la información. Además, los alumnos deben reconocer un patrón y generalizarlo. Los estudiantes necesitan trabajar con modelos dados y relacionar dos representaciones distintas (pictórica y tabular) de dos relaciones (una cuadrática y una lineal) para generalizar el patrón.

En esta tarea, se les pide a los estudiantes que completen una tabla de valores generada por funciones que describen el número de manzanos y el número de pinos. Esta tarea requiere que los estudiantes interpreten una

Al calificar esta pregunta, se consideraron como **respuestas válidas** aquellas que mostraron las siete entradas correctas, como se presenta en la siguiente tabla.

$n$	Número de manzanos	Número de pinos
1	1	8
2	4	16
3	9	24
4	16	32
5	25	40

## Pregunta 2

Hay dos fórmulas que puedes usar para calcular el número de manzanos y de pinos para el esquema descrito anteriormente:

Número de manzanos =  $n^2$

Número de pinos =  $8n$

donde  $n$  es el número de filas de manzanos.

Hay un valor de  $n$  para el cual el número de manzanos es igual al número de pinos. Encuentra el valor de  $n$  y muestra el método que usaste para calcularlo.

**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** cambio y relaciones

**Contexto:** educacional

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Puntaje PISA 2000:** 655, nivel medio

Esta tarea demanda a los estudiantes interpretar expresiones que contienen palabras y símbolos matemáticos, y relacionar diferentes representaciones (pictórica, verbal y algebraica) de dos relaciones (una cuadrática y una lineal). Los estudiantes deben encontrar una estrategia para determinar cuándo las dos funciones tendrán la misma solución (por ejemplo: por ensayo y error, por identificación de patrones, por medios algebraicos), y comunicar el resultado haciendo explícitos el razonamiento y los pasos de cálculo involucrados.

Las preguntas de formato abierto nos permiten identificar distintos niveles de desempeño matemático referidos a la calidad de la respuesta brindada por el evaluado. Del mismo modo, también se puede observar el tipo de estrategia seguida para la solución. En este caso, la calificación consideró como un **nivel de desempeño óptimo** aquellos que respondieron  $n = 8$  desde diversas aproximaciones, como las siguientes:

- Respuestas que obtienen  $n = 8$  con el método algebraico mostrado explícitamente. Por ejemplo:

$$n^2 = 8n, n^2 - 8n = 0, n(n-8) = 0, n^2 = 8n, n = 0 \text{ ó } n = 8 \text{ de modo que } n = 8.$$

- Respuestas que obtienen  $n = 8$ , pero no se presenta de manera clara ningún método algebraico, o no se muestran los cálculos. Por ejemplo:

- $n^2 = 8^2 = 64$ ,  $8n = 8 \times 8 = 64$
  - $n^2 = 8n$ , esto da  $n = 8$
  - $8 \times 8 = 64$ ,  $n = 8$
- Respuestas que obtienen  $n = 8$  usando otros métodos, por ejemplo, patrones de expansión o dibujos.
  - Respuestas que muestran un pensamiento algebraico claro, pero dan ambas respuestas  $n = 8$  y  $n = 0$ . Por ejemplo:
    - $n^2 = 8n$ ,  $n^2 - 8n = 0$ ,  $n(n - 8) = 0$ ,  
 $n = 0$  y  $n = 8$

- Respuestas que son similares a aquellas que muestran un pensamiento algebraico poco claro, pero dan ambas respuestas  $n = 8$  y  $n = 0$ .

Cada una de estas respuestas son válidas y dan solución al problema correctamente. Sin embargo, muestran distintas formas de aproximarse a la tarea, lo cual nos brinda mayor información que una respuesta de opción múltiple

### Pregunta 3

Supongamos que el agricultor quiere hacer un huerto mucho más grande con muchas filas de árboles. A medida que el agricultor agranda el huerto, ¿qué aumentará más rápidamente: el número de manzanos o el número de pinos? Explica cómo encontraste tu respuesta.

**Proceso:** grupo de competencias 3 (matematización, razonamiento matemático, generalización e intuición)

**Contenido:** cambio y relaciones

**Contexto:** educacional

**Formato:** respuesta construida abierta

**Puntaje PISA 2000:** 723, nivel alto

Esta tarea requiere que los estudiantes muestren una comprensión global de las funciones matemáticas para comparar el crecimiento de una función lineal con el de una función cuadrática. A los estudiantes se les pide redactar un enunciado verbal acerca de un patrón generalizado y elaborar un argumento utilizando álgebra. Los estudiantes necesitan comprender tanto las expresiones utilizadas para describir el patrón como las relaciones funcionales subyacentes, de tal modo que puedan visualizar y explicar la generalización de estas relaciones en un contexto no familiar. Se requiere la construcción de una cadena de razonamientos y la comuni-

cación de estos mediante una explicación escrita.

En este caso, se pueden identificar distintos niveles de desempeño matemático. La pregunta es abierta y los alumnos pueden fundamentar sus respuestas utilizando diversos argumentos. La calidad de estos argumentos permitirá clasificar las respuestas en términos de la sofisticación matemática de los evaluados. Para este caso, se consideró como un **desempeño óptimo** si el alumno respondía "manzanos" y proporcionaba alguna explicación algebraica basada en las fórmulas  $n^2$  y  $8n$ .

- Manzanos =  $n \cdot n$  y pinos =  $8 \cdot n$ . Ambas fórmulas tienen un factor  $n$ , pero los manzanos tienen otra  $n$ , la cual crecerá mientras el factor 8 sigue igual. El número de manzanos crece más rápidamente.
- El número de manzanos se incrementa más rápido, porque ese número se está elevando al cuadrado en vez de multiplicarse por 8.

- El número de manzanos es cuadrático. El número de pinos es lineal. Por lo tanto, los manzanos se incrementarán más rápido.
- La respuesta usa un gráfico para demostrar que  $n^2$  excede a  $8n$  después de  $n = 8$ .

Como un *nivel de desempeño menor* se consideró si el alumno daba la respuesta “manzanos”, pero se basaba en ejemplos específicos o en extensiones de la tabla. Por ejemplo:

- El número de manzanos se incrementará más rápidamente, porque, si se usa la tabla, se encuentra que el número de manzanos se incrementa más rápido que el número de pinos. Esto ocurre, especialmente, luego de que el número de manzanos y el número de pinos sean iguales.
- La tabla muestra que el número de manzanos se incrementa más rápido.

En este mismo nivel, se agruparon a los estudiantes que daban la respuesta, manzanos, y que mostraban alguna evidencia de que se comprendió la relación entre  $n^2$  y  $8n$ . Sin embargo, no están expresadas de manera tan clara como en el nivel óptimo. Por ejemplo:

- Manzanos luego de  $n > 8$ .
- Luego de 8 filas, el número de manzanos se incrementará más rápidamente que los pinos.
- Los pinos hasta que llegues a 8 filas; luego, habrá más manzanos.

Se consideraron como *no válidas* aquellas respuestas que daban la respuesta, manzanos, pero daban una explicación insuficiente o incorrecta, o ninguna explicación. Por ejemplo:

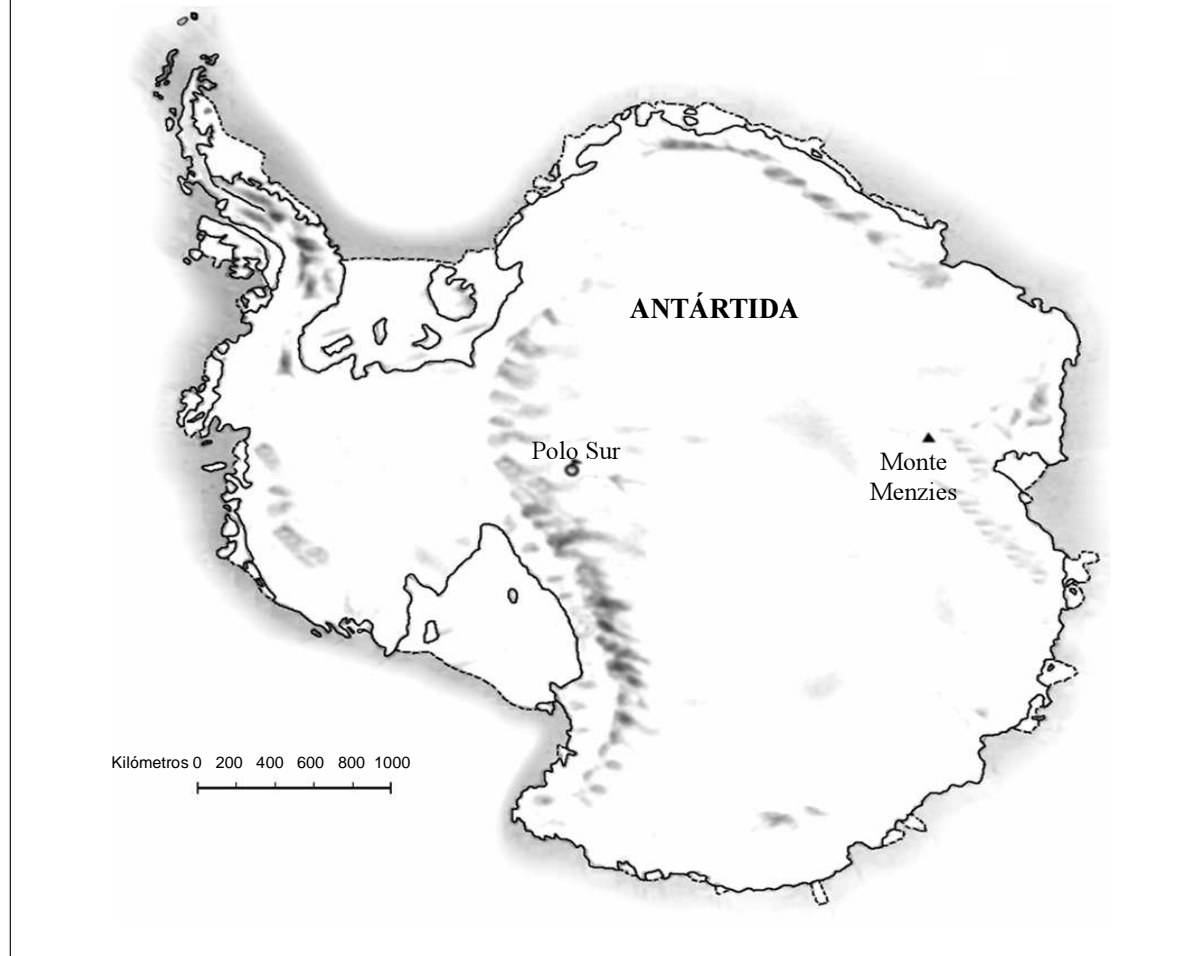
- Manzanos.
- Manzanos porque ellos pueblan el interior que es más grande que el perímetro solo.
- Manzanos porque están rodeados de pinos.

## UNIDAD SUPERFICIE DE UN CONTINENTE

### Pregunta 1

Estima el área de la Antártida utilizando la escala del mapa.

Muestra tus cálculos y explica cómo has hecho tu estimación. (Puedes dibujar sobre el mapa si te ayuda para hacer tu estimación).



**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** personal

**Formato:** respuesta construida abierta

**Puntaje PISA 2000:** 712, nivel alto

Esta tarea demanda a los estudiantes que identifiquen una estrategia apropiada y un método para estimar el área de una figura irregular no familiar, y que seleccionen y apliquen las herramientas matemáticas apropiadas en un contexto no familiar. Los estudiantes tienen que escoger una forma o una combinación de formas geométricas adecuadas para estimar el área irregular presentada (por ejemplo, dividiendo el mapa en partes y aproximando el área de estas con rectángulo(s), círculo(s) o triángulo(s)).

Se consideraron como respuestas en un ***nivel de desempeño óptimo*** aquellas respuestas entre 12 000 000 y 18 000 000 km<sup>2</sup> (no se requieren unidades) que fueron estimadas:

- dibujando un cuadrado o rectángulo,
- dibujando un círculo,
- sumando áreas de varias figuras geométricas regulares o
- por otros métodos correctos.

También se ubicarán en este nivel las respuestas que no registran en la prueba el trabajo realizado para llegar a la respuesta.

Adicionalmente, se consideró como un ***desempeño de menor nivel*** las respuestas que usan el método correcto, pero dan un resultado incorrecto o incompleto; entre ellas, se incluyen respuestas que son estimadas dibujando un cuadrado o rectángulo con un método correcto, pero dan un resultado incorrecto o incompleto. Por ejemplo:

- Dibuja un rectángulo y multiplica el largo por el ancho, pero la respuesta se sale del rango permitido. Por ejemplo, 18 200 000.

- Dibuja un rectángulo y multiplica el largo por el ancho, pero el número de ceros es incorrecto. Por ejemplo,  $4\ 000 \times 3\ 500 = 140\ 000$ .
- Dibuja un rectángulo y multiplica el largo por el ancho, pero olvida usar la escala para convertir a kilómetros cuadrados. Por ejemplo,  $12\ \text{cm} \times 15\ \text{cm} = 180$ .
- Dibuja un rectángulo y establece que el área es  $4\ 000\ \text{km} \times 3\ 500\ \text{km}$ . No hay ningún cálculo adicional.

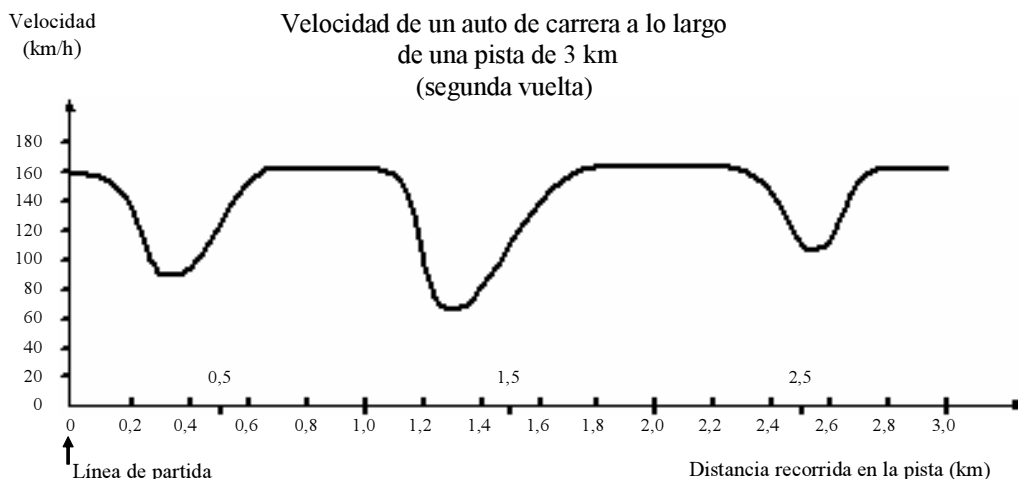
También se ubicaron en este nivel respuestas que:

- son estimadas dibujando un círculo con un método correcto, pero cuyo resultado es incorrecto o incompleto; o
- son estimadas sumando áreas de varias figuras geométricas regulares con un método correcto, pero cuyo resultado es incorrecto o incompleto; o
- son estimadas por otros métodos correctos, pero cuyo resultado es incorrecto o incompleto.

Otras respuestas fueron consideradas como ***no válidas***.

## UNIDAD VELOCIDAD DE UN AUTO DE CARRERA

Este gráfico muestra cómo varía la velocidad de un auto de carrera a lo largo de una pista plana de 3 km durante su segunda vuelta.



### Pregunta 1

¿Cuál es la distancia aproximada desde la línea de partida hasta el comienzo del tramo recto más largo de la pista?

- A. 0,5 km
- B. 1,5 km
- C. 2,3 km
- D. 2,6 km

**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** cambio y relaciones

**Contexto:** científico

**Formato:** opción múltiple

**Clave correcta:** B

**Puntaje PISA 2000:** 492, nivel medio

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 28%. Promedio OCDE: 67%

Esta tarea demanda a los estudiantes que interpreten una representación gráfica de una relación física poco común (distancia y velocidad de un auto que viaja en una pista de forma desconocida). Los estudiantes tienen que interpretar el gráfico al enlazar una descripción verbal con dos características particulares del gráfico (una simple y directa, y otra que requiere una comprensión más profunda de varios elementos del gráfico y lo que estos representan). Luego, deben identificar y leer la información requerida a partir del gráfico seleccionando la mejor opción a partir de las alternativas dadas. Esta tarea se ubica alrededor de los 500 puntos (492) en la escala del alfabetización matemática, por lo que se considera una tarea promedio y de mediana dificultad, la



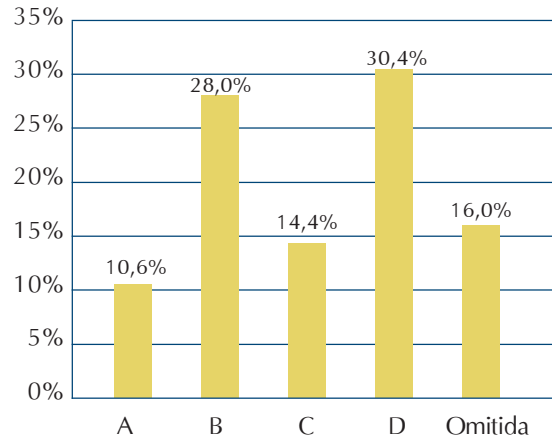
cual debería ser respondida correctamente aproximadamente por la mitad del total de la población. Sin embargo, para el caso del Perú, esta tarea es difícil, ya que el promedio de la población peruana se ubica en niveles de alrededor de 300 puntos.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?<sup>7</sup>

El 28% de los evaluados respondió correctamente esta pregunta y el porcentaje de omisión fue de 16%. La respuesta 2,6 km fue elegida por un 30%, lo que podría deberse a que los alumnos hayan medido la distancia recorrida hasta el final del tramo recto más largo de la pista. En general, como se observa, los alumnos tienen dificultades para in-

tegrar información dada en forma verbal y relacionarla con información dada en forma gráfica o simbólica.

**Gráfico 1.4. Porcentaje de respuestas por alternativa**



### Pregunta 2

¿Dónde se registró la velocidad más baja durante la segunda vuelta?

- A. En la línea de partida.
- B. Aproximadamente en el km 0,8.
- C. Aproximadamente en el km 1,3.
- D. A mitad del recorrido.

**Proceso:** grupo de competencias 1 (reproducción, definiciones y cálculos)

**Contenido:** cambio y relaciones

**Contexto:** científico

**Formato:** opción múltiple

**Clave correcta:** C

**Puntaje PISA 2000:** 403, nivel bajo

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 47,4%. Promedio OCDE: 83,3%

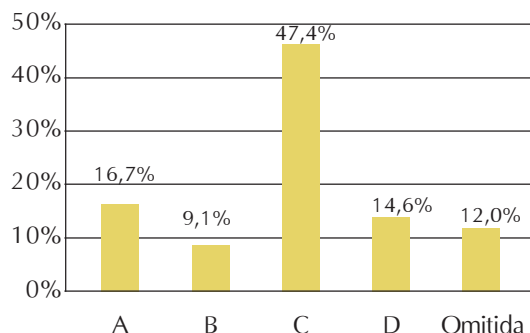
Esta tarea demanda a los estudiantes que lean información a partir de un gráfico que representa una relación física entre dos variables (velocidad de un auto y distancia recorrida). Los estudiantes tienen que identificar una característica específica del gráfico (la velocidad), leer directamente en el gráfico un valor que minimice la característica y luego seleccionar la mejor opción entre varias alternativas dadas. El nivel de complejidad de esta tarea es de 403 puntos en la escala de alfabetización, por lo que puede considerarse una tarea relativamente fácil para el promedio de los países participantes.

7. Los porcentajes presentados están redondeados a un decimal. Estos no consideran el porcentaje de preguntas que no se codificaron por presentar algún error de impresión, compaginación, etc.

## ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Esta pregunta fue respondida correctamente por un 47,4% de los evaluados. El resto de los alumnos se ha distribuido equitativamente entre las otras alternativas, de las cuales la alternativa B es la menos elegida.

Gráfico 1.5. Porcentaje de respuestas por alternativa



### Pregunta 3

¿Qué se puede decir sobre la velocidad del auto entre el km 2,6 y el km 2,8?

- A. La velocidad del auto permanece constante.
- B. La velocidad del auto aumenta.
- C. La velocidad del auto disminuye.
- D. La velocidad del auto no se puede determinar a partir del gráfico.

**Proceso:** Grupo de competencias 1 (reproducción, definiciones y cálculos)

**Contenido:** Cambio y relaciones

**Contexto:** Científico

**Formato:** Opción múltiple

**Clave correcta:** B

**Puntaje PISA 2000:** 413, nivel bajo

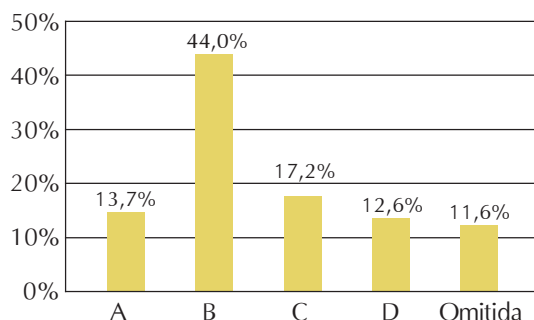
**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 44%. Promedio OCDE: 82,5%

Esta tarea requiere que los estudiantes comprendan el carácter dinámico de un gráfico que representa una relación física (velocidad y distancia de un auto). Los estudiantes tienen que identificar el lugar del gráfico referido en una descripción verbal para reconocer lo que está sucediendo con la velocidad del vehículo en ese intervalo y, luego, seleccionar la mejor opción entre varias alternativas dadas. El nivel de complejidad de esta tarea es de 413 puntos en la escala de alfabetización, por lo que puede considerarse una tarea relativamente fácil para el promedio de los países participantes.

## ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Esta tarea fue respondida correctamente por un 44% de los alumnos. Se puede observar, además, que un 12% no la respondió. Existe un 13% que piensa que la velocidad permanece constante; en este grupo, pueden ubicarse estudiantes que no tienen claro el comportamiento dinámico de una función ni que esta ayuda a visualizar las relaciones de cambio entre variables. El 12% que respondió la opción D refleja la baja comprensión de este grupo respecto del contexto de la unidad, pues, desde el inicio, se está presentando un gráfico que nos informa sobre la velocidad del auto.

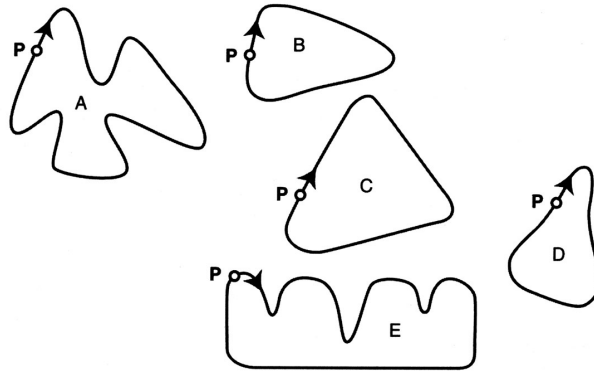
Gráfico 1.6. Porcentaje de respuestas por alternativa



## Pregunta 4

Aquí hay cinco pistas dibujadas:

¿Sobre cuál de estas pistas se desplazó el auto para producir el gráfico de velocidad mostrado anteriormente?



P: Línea de partida

**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** cambio y relaciones

**Contexto:** científico

**Formato:** opción múltiple

**Clave correcta:** B

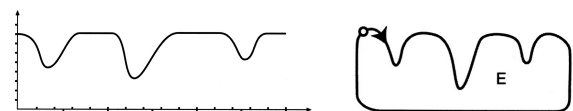
**Puntaje PISA 2000:** 655, nivel medio

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 4,5%. Promedio OCDE: 28,3%

Esta tarea requiere que los estudiantes comprendan e interpreten una representación gráfica de una relación entre dos variables (velocidad y distancia de un auto), y que la relacionen con el mundo físico. Los estudiantes necesitan relacionar e integrar dos representaciones visuales muy diferentes del avance de un auto alrededor de una pista de carrera. Además, necesitan identificar y seleccionar la opción correcta entre otras alternativas bastante atractivas. El nivel de complejidad de esta tarea es de 655 puntos en la escala de alfabetización, por lo que puede considerarse una tarea difícil para el promedio de los países participantes. En el caso del Perú, la tarea se torna sumamente difícil, como lo demuestran los resultados que se comentan a continuación.

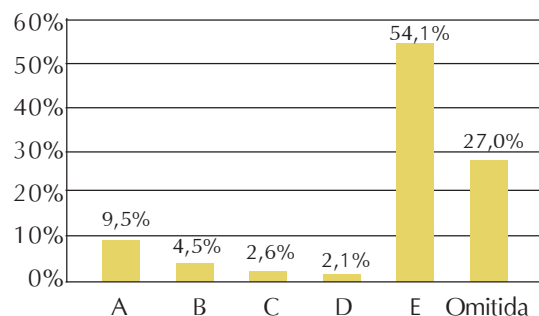
## ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Dado que el Perú obtuvo un promedio de 292 en la escala de alfabetización matemática, esta tarea se considera muy difícil para los evaluados nacionales. Solo un 4,53% responde correctamente la pregunta. La mayoría (54,07%) ha marcado la alternativa E, probablemente por el notable parecido del gráfico mostrado en la pregunta con la pista dibujada en la alternativa E.



También existe un muy alto porcentaje de omisiones: casi la tercera parte de los alumnos omitió responder esta pregunta.

**Gráfico 1.7. Porcentaje de respuestas por alternativa**

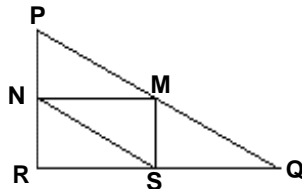


## UNIDAD TRIÁNGULOS

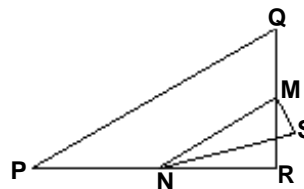
Encierra en un círculo la única figura que se ajusta a la siguiente descripción.

El triángulo PQR es un triángulo rectángulo con el ángulo recto en R. El lado RQ es menor que el lado PR. M es el punto medio del lado PQ y N es el punto medio del lado QR. S es un punto del interior del triángulo. El segmento MN es mayor que el segmento MS.

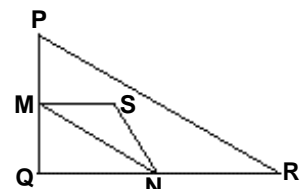
A



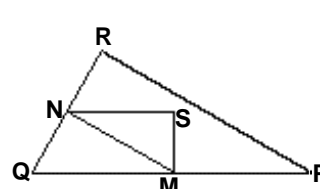
B



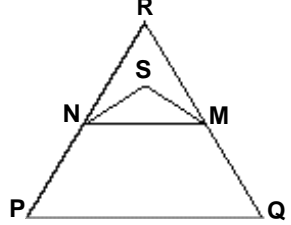
C



D



E



**Proceso:** grupo de competencias 1 (reproducción, definiciones y cálculos)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** científico

**Formato:** opción múltiple

**Clave correcta:** D

**Puntaje PISA 2000:** 537, nivel medio

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 36,2%. Promedio OCDE: 58,5%

A los estudiantes se les da una descripción escrita de un objeto geométrico y se les pide que seleccionen, a partir de las opciones presentadas, un gráfico que encaje con la descripción. Esta es una tarea intramatemática que requiere que los estudiantes relacionen e integren información parcial a partir de un texto que contiene términos matemáticos con representaciones geométricas estándar. Los estudiantes necesitan conectar elementos de una representación en palabras y símbolos con los elementos correspondientes de una representación en forma gráfica, y seleccionar la representación apropiada. El nivel de complejidad de esta tarea es de 537 puntos en la escala de alfabetización, por lo que puede considerarse una ta-

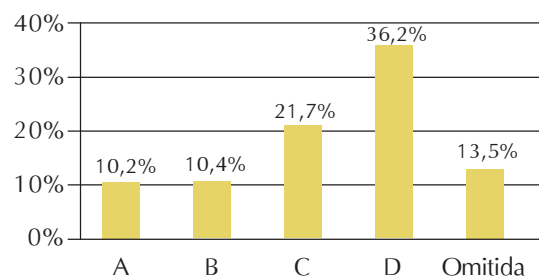
rea de dificultad promedio para los países participantes en el estudio PISA, pero difícil para el promedio de los alumnos peruanos.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

La pregunta es respondida correctamente por un 36,2% de los evaluados. Las alternativas presentadas son muy parecidas por lo que dejar de lado tan solo una información textual o integrarla erradamente podría generar una falla en la selección de la representación gráfica. Sorprende en estos resultados que aproximadamente la quinta parte de los evaluados marque la alternativa C, pues se está describiendo un triángulo rectángulo recto en R y esta alternativa muestra en R un

ángulo agudo. En los colegios peruanos, se suelen presentar los ángulos rectos con un símbolo (cuadradito) adicionalmente a la expresión verbal. Las alternativas no muestran este símbolo; este hecho pudo haber confundido a un grupo de los evaluados.

**Gráfico 1.8. Porcentaje de respuestas por alternativa**

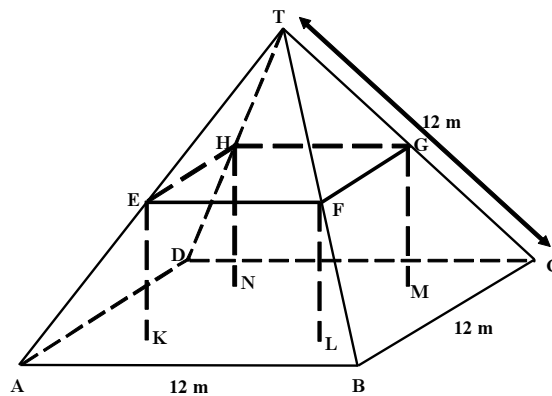


## UNIDAD EL CAMPO

Aquí ves la fotografía de una casa de campo con el techo en forma de pirámide.



Debajo hay un modelo matemático del **techo** de la casa de campo con las medidas correspondientes.



El piso del entretecho, ABCD en el modelo, es un cuadrado. Las vigas que sostienen el techo son las aristas de un bloque (prisma rectangular) EFGHKL MN. E es el punto medio de AT, F es el punto medio de BT, G es el punto medio de CT y H es el punto medio de DT. Todas las aristas de la pirámide del modelo tienen 12 m de largo.

### Pregunta 1

Calcula el área del piso del entretecho ABCD.

El área del piso del entretecho ABCD = \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

**Proceso:** grupo de competencias 1 (reproducción, definiciones y cálculos)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** ocupacional

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Puntaje PISA 2000:** 492, nivel medio

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 11,5%. Promedio OCDE: 61%

A los estudiantes se les da un modelo matemático (de forma gráfica) y una descripción matemática escrita de un objeto del mundo real (un techo de forma piramidal), y se les pide calcular el área de la base. Esta tarea requiere que los estudiantes relacionen e integren una descripción verbal con un elemento de un gráfico, que recuerden la fórmula del área de un cuadrado cuyos lados se conocen, y que identifiquen la información requerida en el gráfico. Luego, los estu-

diantes necesitan realizar un sencillo cálculo para hallar el área requerida. El nivel de complejidad de esta tarea es de 492 puntos en la escala de alfabetización, por lo que puede considerarse una tarea de dificultad promedio para los países participantes en el estudio.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Como ya se ha comentado antes, el promedio del Perú se ubicó en rangos inferiores de alfabetización matemática. Este hecho se observa en los resultados a esta pregunta, ya que solo uno de cada diez evaluados logró responder correctamente y casi la mitad de los mismos optó por omitirla. Una explicación a esto puede ser la novedad de la pregunta, ya que, en las aulas, no se suelen presentar problemas geométricos de contexto real, sino, básicamente, de contexto intrama-

#### Pregunta 2

Calcula el largo de EF, una de las aristas horizontales del bloque.

El largo de EF = \_\_\_\_\_ m

**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** ocupacional

**Formato:** respuesta construida cerrada

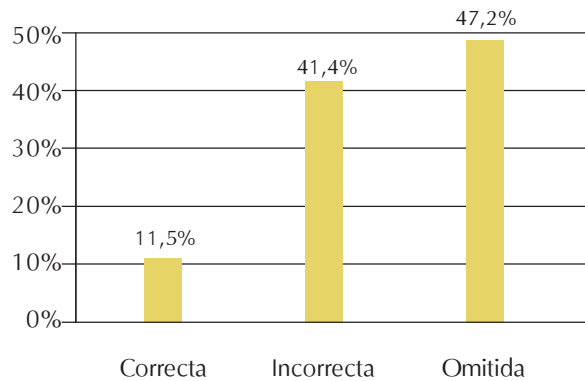
**Puntaje PISA 2000:** 524, nivel medio

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 22,5%. Promedio OCDE: 55,2%

En esta tarea, a los estudiantes se les presentan un modelo matemático (en un soporte gráfico) y una descripción matemática escrita de un objeto del mundo real (un techo de forma piramidal), y se les pide que calculen una de las longitudes en el gráfico. Esta tarea requiere que los estudiantes trabajen con un modelo geométrico familiar y que integren información en forma verbal y simbólica en un gráfico. Los estudiantes necesitan visuali-

temático. En el caso presentado, la información necesaria se dio tanto en forma gráfica como verbal, pero era necesario leer todo el texto para extraer la información (lado del cuadrado). Así mismo, es probable que el término *entretecho* (poco usual en el medio) haya contribuido a la baja comprensión de la pregunta.

**Gráfico 1.9. Porcentaje de respuestas por alternativa**



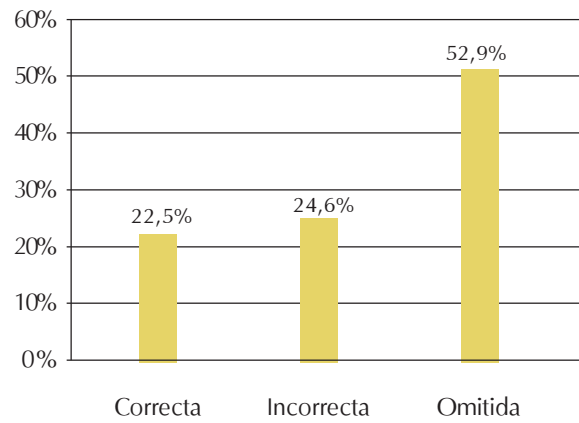
zar un triángulo “aislado” a partir de una representación bidimensional de un objeto tridimensional, seleccionar la información apropiada acerca de las relaciones de las longitudes de los lados y utilizar conocimientos sobre semejanza de triángulos para resolver el problema. El nivel de complejidad de esta tarea es de 524 puntos en la escala de alfabetización, por lo que para el Perú resultó ser una tarea de alta dificultad.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Esta tarea fue respondida correctamente por solo la quinta parte de los evaluados (22,5%). Por su parte, el porcentaje de omisiones es bastante alto, un 52,9%, lo que puede indicar escasas experiencias con preguntas relativas a la geometría del espacio. En el currículo tradicional, los tópicos referidos a la geometría tridimensional se trabajan a fina-

les de cuarto de secundaria. Es posible que, en el momento de la evaluación, muchos de los alumnos no hayan desarrollado en clase dichos tópicos y, por eso, no intentaron resolver la pregunta utilizando los conocimientos ya adquiridos.

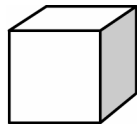
**Gráfico 1.10. Porcentaje de respuestas por alternativa**





## UNIDAD CONSTRUCCIÓN DE BLOQUES

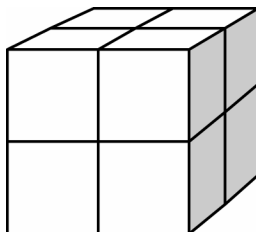
A Susana le gusta construir bloques usando cubos pequeños como el que se muestra en el siguiente dibujo:



Cubo pequeño

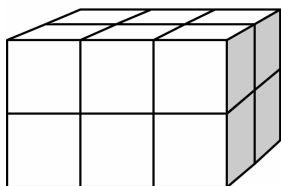
Susana tiene bastantes cubos pequeños como este. Ella usa goma para pegar los cubos y formar distintos bloques.

Primero, Susana pega ocho cubos para formar el bloque que muestra el Dibujo A:

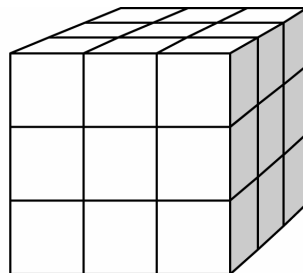


Dibujo A

Luego, Susana forma los bloques sólidos que muestran los Dibujos B y C de abajo:



Dibujo B



Dibujo C

## Pregunta 1

¿Cuántos cubos pequeños necesitará Susana para formar el bloque que muestra el Dibujo B?

Respuesta: \_\_\_\_ cubos.

**Proceso:** grupo de competencias 1 (reproducción, definiciones y cálculos)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** personal

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Respuesta correcta:** 12 cubos

**Puntaje PISA 2000:** dato no disponible

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 54,1%. Promedio OCDE: dato no disponible

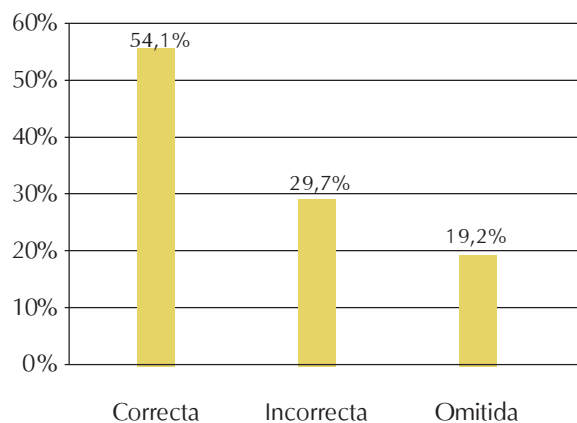
En esta tarea, los estudiantes pueden imaginar el problema a partir de experiencias o actividades en las que se utilice esta clase de bloques (duplo, lego, etc.). No requieren multiplicar para obtener la respuesta correcta. En el dibujo B, ven los primeros seis cubos y pueden deducir que hay seis cubos más en la parte de atrás. Tanto la familiaridad como la simplicidad hace de esta pregunta, claramente, una pregunta de reproducción. Esta pregunta se ubica en los niveles más bajos de complejidad, por lo que debería ser una de las preguntas más sencillas de la prueba. (Es probable que esta pregunta haya sido más fácil para los alumnos de las zonas urbanas que de las rurales por la familiaridad en el uso de cubos en la primera enseñanza. La experiencia más cercana que poseen los alumnos de las zonas rurales es el apilamiento

de adobes, pero estos tienen forma de prisma rectangular recto y no cúbica).

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Más de la mitad de los evaluados respondió correctamente esta pregunta. Los niveles de omisión se ubican alrededor del 20%. El tipo de pregunta presentado, en este caso, tiene semejanza con aquellos utilizados en los cursos de preparación para los exámenes de admisión universitaria que, en algunos colegios, recibe el nombre de "razonamiento matemático". Tal vez, esta sea la razón por la que un porcentaje significativo de alumnos intenta resolverlo.

**Gráfico 1.11. Porcentaje de respuestas por alternativa**



## Pregunta 2

¿Cuántos cubos pequeños necesitará Susana para formar el bloque sólido que muestra el Dibujo C?

Respuesta: \_\_\_\_ cubos.

**Proceso:** grupo de competencias 1 (reproducción, definiciones y cálculos)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** personal

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Respuesta correcta:** 27 cubos

**Puntaje PISA 2000:** dato no disponible

**Porcentaje de respuestas correctas:**

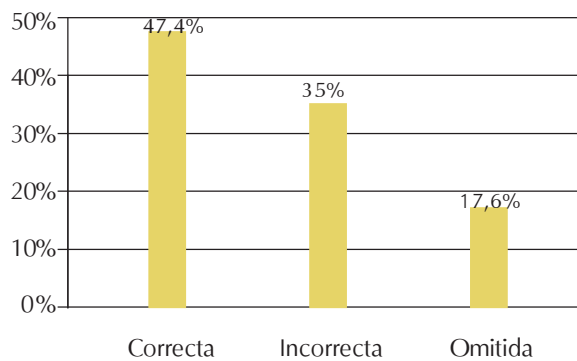
Perú: 47,4%. Promedio OCDE: dato no disponible

En esta tarea, el número de cubos es algo mayor (27 en vez de 12), pero conceptualmente es la misma pregunta. Los datos de la aplicación piloto muestran que los estudiantes encontraron esta pregunta relativamente fácil. Esto es de esperarse debido a las muy básicas competencias que se necesitan para resolver este problema. Los expertos de los países que participaron también estuvieron de acuerdo con que preguntas como esta están muy cerca de sus respectivos currículos y de las experiencias de aprendizaje de sus alumnos.

## ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Casi la mitad de los evaluados respondió correctamente esta pregunta. Los niveles de omisión se mantienen en un nivel del 20%. La pregunta es, en realidad, sencilla en tanto se trabaja a partir de una forma muy conocida, el cubo. El grado de imaginación geométrica necesaria para resolverla es elemental. Sin embargo, hay un grupo considerable de alumnos que ha fallado al resolverla.

**Gráfico 1.12. Porcentaje de respuestas por alternativa**



### Pregunta 3

Susana se da cuenta de que usó más cubos pequeños de los que en realidad necesitaba para formar un bloque similar al del Dibujo C. Razonando se da cuenta de que pudo haber pegado los cubos pequeños como muestra el Dibujo C, pero dejando un hueco en el interior.

¿Cuál es el mínimo número de cubos que ella necesita para construir un bloque como muestra el Dibujo C, pero que sea hueco?

Respuesta: \_\_\_\_ cubos.

**Proceso:** grupo de competencias 2 (conexión e integración para la resolución de problemas)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** personal

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Respuesta correcta:** 26 cubos

**Puntaje PISA 2000:** dato no disponible

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 14,5%. Promedio OCDE: dato no disponible

En la tarea anterior, se trabajaba con cubos sueltos y, por lo tanto, se necesitaban 27. De otro modo, el bloque colapsaría. Si los cubos se pudiesen pegar, sería posible construir un bloque como el representado en C, pero usando menos de 27 cubos. Sobre la base de este análisis, se responde esta tarea. Aunque la respuesta “obvia” es 26 (retirar el cubo central), aparentemente, la pregunta podría haberse interpretado de otra manera, ya que no establece explícitamente que el bloque C deba verse igual desde todas las direcciones. Esto es relevante porque, ciñéndose estrictamente a lo que el gráfico C permite visualizar, se puede sacar más de un cubo si se permite usar goma. No obstante, está implícitamente establecida esta consideración al decir que el bloque tiene que ser hueco en el interior. Desde el punto de vista del lenguaje y la interpretación, sin embargo, esta no es una pregunta directa y requiere de una interpretación de lo que allí se manifiesta.

Esta tarea puede pertenecer al grupo de conexiones por varias razones: la matematiza-

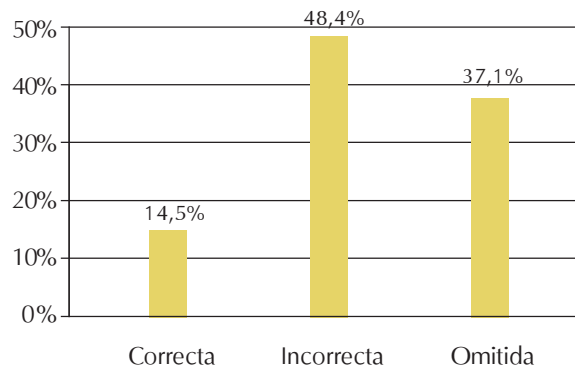
ción, requerida para captar lo esencial de la pregunta; la necesidad de interpretar mentalmente el gráfico C como si tuviera un hueco en él; el pensamiento y razonamiento involucrados para llegar a la respuesta correcta; y la falta de un procedimiento o algoritmo estándar.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Solo un 14,5% de los evaluados respondió correctamente esta pregunta, lo que refleja la dificultad de comprender, para los evaluados, el significado del término “mínimo” en esta construcción en particular. Por otra parte, las múltiples interpretaciones que pudieron hacerse de este término explican, de alguna manera, el bajo porcentaje de aciertos obtenido en esta pregunta.

Cuando la pregunta hace referencia a “hueco”, no se explicita si el hueco quedará en el interior o en el exterior. Hacer explícito este dato haría que otras respuestas fueran válidas. Este hecho puede haber confundido a los evaluados.

**Gráfico 1.13. Porcentaje de respuestas por alternativa**



## Pregunta 4

Ahora Susana quiere construir un bloque que parezca sólido y que tenga 6 cubos pequeños de largo, 5 cubos pequeños de ancho y 4 cubos pequeños de alto. Ella quiere usar el menor número posible de cubos, dejando el mayor hueco posible en el interior del bloque.

¿Cuál es el mínimo número de cubos que Susana necesita para formar este bloque?

Respuesta: \_\_\_ cubos.

**Proceso:** grupo de competencias 3 (matematización, pensamiento matemático, generalización e intuición)

**Contenido:** espacio y forma

**Contexto:** personal

**Formato:** respuesta construida cerrada

**Respuesta correcta:** 96 cubos

**Puntaje PISA 2000:** dato no disponible

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 1,6%. Promedio OCDE: dato no disponible

En esta tarea, se necesita asumir (debido a la manera en que se plantea el problema) que se pueden pegar los cubos. El problema ahora es el siguiente: ¿cuál es el número mínimo de cubos necesarios para construir una superficie de  $4 \times 5 \times 6$  bloques?.

¿Cómo pueden los estudiantes encontrar la respuesta correcta? Una buena estrategia sería empezar con el máximo número de cubos:  $6 \times 5 \times 4$ , que hacen 120 cubos, y, luego, extraer mentalmente del centro tantos como sea posible. Como es 6 de largo, se pueden sacar 4; como tiene 5 de ancho, se pueden sacar 3; como es 4 de alto, se pueden sacar 2. El total es  $4 \times 3 \times 2$ , lo que es igual a 24 cubos. Finalmente, quedan en el cuerpo  $120 - 24 = 96$ , lo cual es correcto. Es una estrategia interesante, que muestra alguna comprensión del manejo del espacio y de la forma.

Otra estrategia sería mirar las paredes necesarias para obtener el bloque deseado. Un

dibujo sería útil en este caso. Para construir la pared frontal, se necesitan  $5 \times 4$  cubos; para la pared posterior, otros  $5 \times 4$  cubos. Para la pared lateral, no se necesitan  $6 \times 4$ , porque ya se tienen cubiertas las partes frontal y posterior. La longitud de las paredes laterales, por lo tanto, no es 6, sino 4 y se requieren  $4 \times 4$  para cada lado. Finalmente, se necesita cubrir el fondo y el techo, dejando lo que ya se tiene. Esto da otros  $3 \times 4$ . Total:  $5 \times 4$ ;  $5 \times 4$ ;  $4 \times 4$ ;  $4 \times 4$ ;  $3 \times 4$ ;  $3 \times 4$ . En total, 96.

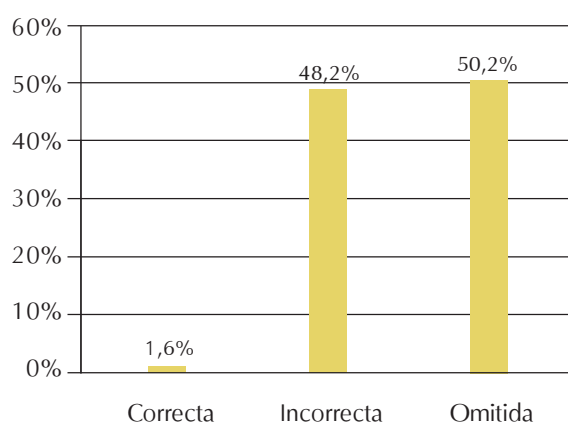
Lo anterior ilustra la variedad de estrategias posibles que los alumnos pueden aplicar para resolver correctamente esta pregunta. Este es, en definitiva, un problema no rutinario, que implica un reto para el alumno, ya que el contexto es casi estrictamente intramatemático y requiere la puesta en práctica de habilidades tales como la visualización espacial, vitales para la alfabetización matemática.

Como se señaló antes, no existe ninguna heurística estándar de resolución de problemas a disposición de los estudiantes para responder esta pregunta. Visualizar un cubo de  $3 \times 3 \times 3$  con un cubo faltante en su interior es una tarea compleja; en vez de tener que remover mentalmente un cubo, los estudiantes necesitan dar con una estrategia más generalizable, empleando un razonamiento matemático original. Por lo tanto, tiene sentido clasificar esta pregunta como una que pertenece al grupo de competencia de matemática, pensamiento matemático, generalización e intuición.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Esta pregunta es la más difícil de responder de esta unidad. Únicamente, el 1,6% de estudiantes dio con la respuesta correcta. La comprensión de la consigna *que parezca sólido* no es muy fácil y puede haber confundido a los alumnos.

Gráfico 1.14. Porcentaje de respuestas por alternativa



## 2. MARCO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN EL ESTUDIO PISA

Siempre se ha aceptado que las habilidades para la comprensión lectora y el pensamiento lógico matemático son importantes para todos los adultos en muchos contextos de la vida. Dados los avances científicos y tecnológicos que se han producido durante el último siglo, la alfabetización científica se ha sumado a dichas habilidades como una capacidad general para la vida<sup>8</sup>, por lo que se incluyó en la evaluación. Esta formación científica que se considera necesaria para la educación de todos los estudiantes de 15 años, ya sea que continúen aprendiendo ciencias posteriormente o no, implica el desarrollo de ciertas habilidades y del pensamiento científico a partir de las evidencias que encuentren, más que el simple almacenamiento de conocimientos científicos.

En este enfoque, la atención no se centra en cómo “hacer ciencia [ni] tampoco en cómo crear conocimiento científico ni en recordarlo brevemente para una evaluación final. (...) Así pues, en ciencias se debería requerir que los alumnos demuestren su capacidad para evaluar las pruebas, para distinguir entre las teorías y las observaciones, y para evaluar el nivel de certeza atribuido a nuevas afirmaciones” (Millar y Osborne, 1998).

8. Véase OECD/INCE (2000).

Se considera importante desarrollar estas habilidades científicas para que sirvan de ayuda en la vida cotidiana haciendo más simple la comprensión de la utilidad y manejo de las nuevas tecnologías: el uso de un artefacto electrodoméstico, la configuración de los sonidos y la pantalla de un teléfono celular, el manejo de herramientas de Internet o del correo electrónico, entre otros. Así mismo, deben ser útiles en el momento de discernir si un argumento o afirmación está basado en evidencias científicas, en suposiciones o en supersticiones. Hace unos meses, por ejemplo, en un programa televisivo de corte periodístico, uno de los invitados pronosticó que iba a suceder un terremoto e, inclusive, señaló la fecha y la hora exactas. ¿Cuál fue la reacción de la población? Muchas personas pernoctaron en las calles y otras se levantaron minutos antes de la hora indicada para esperar fuera de sus casas la llegada de dicho sismo. Muy pocos recordaron o se informaron de que ni siquiera en países como Japón, que dedican muchos estudios y capital a investigar sobre el comportamiento de los sismos y cómo pronosticarlos, pueden predecirlos con anticipación y exactitud. La desinformación y las creencias en supuestos causaron un palpable temor en la población.

Así, resulta evidente la necesidad de evaluar la alfabetización científica para saber en qué medida los alumnos pueden responder de

manera crítica o desenvolverse adecuadamente ante situaciones problemáticas, y arribar a sus propias conclusiones a partir de conocimientos reales y no de supuestos, creencias, supersticiones, etc.

Bajo este marco, el estudio PISA permite conocer en qué grado los alumnos de 15 años de edad que están cursando la educación secundaria han desarrollado habilidades científicas acordes con su grupo y los estándares internacionales. Hoy en día, muchos adultos se ven desplazados o son obligados a dejar sus puestos de trabajo, pues no pueden adaptarse a las exigencias de las nuevas tecnologías y a los servicios, facilidades y ventajas que esta brinda (por ejemplo, les resulta complicado aprender a usar computadoras). Un adecuado nivel de alfabetización científica es deseable por diversos motivos: para que los jóvenes de hoy estén preparados para afrontar los nuevos avances y los cambios del mundo, para usar las nuevas tecnologías como herramientas, para comprender los grandes temas de actualidad, y para resolver problemas en situaciones del mundo real que pueden afectarlos como individuos miembros de una comunidad y como ciudadanos del mundo.

## 1. La alfabetización científica<sup>9</sup>

El estudio PISA de la OCDE define la alfabetización científica como:

*La capacidad de un individuo de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones a partir de las evidencias, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él.*

Algunos comentarios explicativos podrían ayudar a entender mejor esta definición.

### *... la alfabetización científica ...*

Es importante destacar que tanto el conocimiento científico (en el sentido de conocimiento de las ciencias) como los procesos por los que este se desarrolla son imprescindibles para alcanzar la alfabetización científica y necesarios para la comprensión de este concepto. Tal como se explica más adelante, los procesos científicos son los que se emplean en las materias científicas, para lo cual se requiere, obligatoriamente, cierta comprensión de este tipo de materias. La visión de la alfabetización científica aquí adoptada reconoce esta combinación de maneras de pensar y de comprender los aspectos científicos del mundo.

### *... emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones a partir de las evidencias ...*

El conocimiento científico se utiliza para expresar un concepto bastante más amplio que el conocimiento puntual de nombres, datos y términos. Incluye la comprensión de los conceptos científicos fundamentales, de las limitaciones del conocimiento científico y de la naturaleza de la ciencia como actividad humana. Las preguntas que se tienen que identificar son aquellas que pueden responderse mediante la investigación científica, es decir, preguntas tanto sobre el conocimiento acerca de las ciencias como sobre el de los aspectos científicos de temas concretos. Extraer conclusiones a partir de las pruebas significa conocer y aplicar los procesos de selección y evaluación de la información y de los datos, aun cuando se sabe que no hay suficiente información para extraer conclusiones definitivas. Cabe subrayar que es necesario formular teorías a partir de la información disponible de una forma prudente y consciente.

9. Basado en OECD (1999).



### *... comprender y ayudar a tomar decisiones...*

La frase “comprender y ayudar a tomar decisiones” indica, en primer lugar, que el entendimiento del mundo natural se valora como un objetivo en sí mismo, además de necesario para tomar decisiones; y, en segundo lugar, que la comprensión científica puede contribuir a la toma de decisiones, aunque, rara vez, la determina. Las decisiones prácticas se establecen siempre en situaciones que abarcan dimensiones sociales, políticas o económicas. Por su parte, el conocimiento científico se emplea en el contexto de los valores humanos que tienen en cuenta dichas dimensiones. Cuando existe acuerdo acerca de dichos valores en una situación determinada, el empleo de las pruebas científicas no puede dar lugar a una controversia; pero cuando los valores difieren, la selección y el empleo de las pruebas científicas en la toma de decisiones darán lugar a una polémica mayor.

### *... el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él...*

La frase “el mundo natural” se utiliza como simplificación del medio físico, los seres vivos y las relaciones que se establecen entre ellos. Las decisiones acerca del mundo natural incluyen las relacionadas con las ciencias que estudian temas individuales y familiares, así como comunitarios y globales. Los cambios producidos a través de la actividad humana se refieren a las adaptaciones planeadas y no planeadas del mundo natural a los objetivos humanos (tecnologías simples y complejas), y sus consecuencias.

Conviene anotar que la definición de alfabetización científica no es dicotómica. Es decir, no se pretende clasificar a las personas en gente formada o no científicamente. Más bien, existe una progresión desde la formación científica menos desarrollada hacia la más desarrollada. Esta progresión se basa en el hecho de que un alumno con una formación científica menos desarrollada quizás sea

capaz de identificar alguna de las pruebas relevantes en el momento de evaluar una información o de sustentar un argumento, o quizás sea capaz de hacer una evaluación más completa respecto de situaciones simples y familiares. Por otro lado, una formación científica más desarrollada se reflejará en respuestas más completas y en la capacidad de emplear el conocimiento y evaluar las afirmaciones correspondientes a situaciones más complejas y menos familiares

## **2. Organización del modelo de evaluación en ciencias**

Al igual que en el caso de la alfabetización lectora y matemática, en la alfabetización científica, los fenómenos y problemas de la realidad casi no se presentan de tal forma que puedan ser afrontados con la aplicación exclusiva o de conocimientos o de procesos científicos, sino con el empleo simultáneo de ambos. Sin embargo, el modelo de PISA presenta a cada uno de estos componentes de manera separada para facilitar su comprensión:

- procesos o destrezas científicos,
- conceptos y contenidos científicos, y
- situaciones o áreas de aplicación.

### **2.1. Procesos o destrezas científicos**

Son los procesos mentales que están implicados al enfrentarse con una situación o problema. Los procesos seleccionados para esta evaluación son cinco:

- a. **Reconocimiento de preguntas científicamente investigables.** Este proceso implica identificar las preguntas que la ciencia puede intentar resolver mediante una investigación científica.
- b. **Identificación de la información o evidencia necesaria en una investigación científica.** Este proceso implica la identificación o la propuesta de la información necesaria para sustentar válidamente una hipótesis.

c. **Elaboración o evaluación de conclusiones.** Este proceso consiste en extraer conclusiones coherentes a partir de la evidencia o los datos científicos presentados, o en hacer un análisis crítico de las conclusiones a partir de los datos científicos determinados.

d. **Comunicación de conclusiones válidas.** En este proceso, se evalúa la expresión adecuada para un público determinado; se debe elaborar un argumento y fundamentar una conclusión basada en las evidencias.

e. **Demostración de la comprensión de conceptos científicos.** Este proceso supone no solo conocer los conceptos científicos, sino comprenderlos para poder usarlos en situaciones distintas de los contextos en los que fueron aprendidos. Con la comprensión de los conceptos, podemos arribar a conclusiones, realizar predicciones y dar explicaciones sobre la base de los conceptos o ideas científicas.

Se necesita un cierto conocimiento científico para los cinco procesos. Sin embargo, en el caso de los cuatro primeros, el conocimiento no es considerado como la mayor dificultad, ya que el objetivo es la evaluación de los procesos mentales implicados en la selección de información, evaluación y comunicación de las pruebas científicas válidas. Sin embargo, en el quinto proceso, lo que se evalúa es la comprensión del concepto científico en cuestión. Esta comprensión resulta ser la de mayor dificultad<sup>10</sup>.

## 2.2. Conceptos y contenidos científicos

Los conceptos y contenidos son aquellos que permiten dar sentido a distintos aspectos de nuestro entorno, pues permiten relacionar las nuevas experiencias con lo que ya sabemos y conocemos. Para la selección de estos conceptos y contenidos, se consideraron, entre otros, los siguientes criterios:

- deben ayudar a comprender y dar sentido a algunos aspectos de la naturaleza y de la tecnología,
- deben ser relevantes para situaciones cotidianas,
- deben tener una relevancia para la vida que perdure en la próxima década, y
- deben ser combinables con los procesos científicos seleccionados y no corresponder a definiciones o clasificaciones que solo deben ser recordadas.

Además, se seleccionaron conceptos que son básicos para el plan de estudios de los 41 países participantes. Sin embargo, estos no están condicionados por el común denominador de los diseños curriculares nacionales.

Dentro de todos los temas que se podrían evaluar en el área de Ciencias, PISA seleccionó sólo trece ya que sería imposible evaluar todos los contenidos que cumplen los criterios señalados dadas las limitaciones de tiempo y espacio en la prueba.

A continuación, se presentan los temas evaluados y algunos ejemplos:

10. Basado en OECD (1999).

**Cuadro 2.1. Conceptos y contenidos científicos**

Conceptos científicos		Ejemplos
I.	Estructura y propiedades de la materia	Conductividad térmica y electricidad
II.	Cambio atmosférico	Radiación, transmisión, presión
III.	Cambios físicos y químicos	Estados de la materia, índices de reacción, descomposición
IV.	Transformación de la energía	Conservación de la energía, fotosíntesis
V.	Fuerzas y movimiento	Fuerzas en equilibrio, velocidad, aceleración, momento
VI.	Forma y función	Célula, esqueleto, adaptación
VII.	Biología humana	Salud, higiene y nutrición
VIII.	Cambios fisiológicos	Hormonas, electrólisis, neuronas
IX.	Biodiversidad	Especies, genética, evolución
X.	Control genético	Dominancia, herencia
XI.	Ecosistemas	Cadenas alimenticias, sostenibilidad
XII.	La tierra y su lugar en el universo	Sistema solar, cambios diurnos y estacionales
XIII.	Cambio geológico	Deriva continental, cambios climáticos

### 2.3. Situaciones o áreas de aplicación

De acuerdo con la manera en que el estudio PISA define la alfabetización lectora, matemática y científica, es necesario aplicar los conceptos y los procesos a situaciones de la vida real. Una situación científica supone un fenómeno de la vida real en el que se puede aplicar la ciencia, es decir, los procesos científicos y los conceptos. Según la definición de alfabetización científica, se requiere que los alumnos comprendan los procesos del mundo natural, que tomen decisiones en el mundo real y que comprendan sus consecuencias. Por lo tanto, un área de aplicación no es más que la situación real generadora de aprendizajes, en el que se les propone a los estudiantes los ítems para que usen lo aprendido en contextos distintos de los escolares.

Las tres situaciones elegidas son

- ciencias de la vida y la salud,
- ciencias de la Tierra y el medio ambiente, y
- ciencias en las tecnologías.

Para aclarar el sentido de considerar este componente en el estudio PISA, se hará una reflexión a partir del tema VII (Biología Humana). ¿Se puede aplicar el tema de Biología Humana a ciencias de la vida y la sa-

lud?: sí; por ejemplo, se puede hablar de las enfermedades surgidas en el último siglo, de la importancia del mantenimiento de los órganos del cuerpo humano, etc. ¿Se puede aplicar el tema de Biología Humana a ciencias de la Tierra y el medio ambiente?: sí; por ejemplo, se hace referencia a los niveles de contaminación a nivel mundial y cómo repercute en la salud de las personas, al uso de bloqueadores solares, etc. ¿Se puede aplicar dicho concepto a ciencias en las tecnologías?: sí; por ejemplo, se puede hablar del uso de la fibra óptica en la endoscopia para detectar anomalías internas en determinados órganos, de las radiografías, de los ecógrafos en 3D, etc. Así, es posible tratar un tema o usar un concepto vinculado con cualquiera de las tres áreas de aplicación mencionadas.

Las situaciones que pueden usarse para evaluar la alfabetización científica pueden ser caracterizadas tanto por el área de aplicación como por los aspectos de la vida cotidiana o por la manera en que afecta a la población o al estudiante. Estos aspectos y maneras de afectar ocurren en determinados contextos del individuo. Así, los problemas que se proponen en esta evaluación pueden afectar a los estudiantes de manera *personal*, como las enfermedades; de manera *co-*

*munitaria*, como las restricciones de agua; en forma *global*, como la contaminación, sostenibilidad; o a partir de un contexto *histórico*, el cual hace referencia a la evolución

del conocimiento científico y cómo esta evolución afecta las decisiones sociales vinculadas con la ciencia. Cada uno de estos contextos es denominado “relevancia”.

**Cuadro 2.2. Situaciones o áreas de aplicación**

Relevancia	Áreas de aplicación		
	Ciencias de la vida y la salud	Ciencias de la Tierra y medio ambiente	Ciencia y tecnología
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal</li> <li>• Comunitaria</li> <li>• Global</li> <li>• Histórica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud, enfermedad y nutrición</li> <li>• Mantenimiento y usos sostenidos de las especies</li> <li>• Interdependencia de sistemas físicos y biológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polución</li> <li>• Producción y pérdida de suelos</li> <li>• Tiempo y clima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología</li> <li>• Uso de materiales y recojo de residuos</li> <li>• Uso de energías</li> <li>• Transporte</li> </ul>

Los procesos científicos, los conceptos y las situaciones son los elementos usados por el estudio PISA para la construcción de sus preguntas al evaluar la alfabetización científica. Es decir, cada pregunta intenta evaluar un proceso científico, un concepto y una situación. Además, las diferentes combinaciones de estos tres componentes generan distintos grados de dificultad en las preguntas. Otros factores que agregan o restan complejidad a las preguntas son los formatos, la relevancia o los contextos en los que estas son planteadas.

### 3. Escalas de la alfabetización científica

La alfabetización científica fue evaluada de manera similar a la alfabetización matemática. Es decir, se empleó una serie de unidades, cada una de las cuales presentaba una situación científica real seguida de preguntas acerca de ella.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el estudio se centró en evaluar la alfabetización lectora. Por lo tanto, el número de preguntas propuestas tanto para Matemática como para Ciencias fue menor. Por tal motivo, no se puede hacer referencia a niveles de desempeño, tal como se hizo en comprensión lectora. Solo es posible describir el desempeño

general de los estudiantes en Ciencias en términos de los conocimientos y habilidades que estos mostraron.

Al igual que el rendimiento en alfabetización lectora y matemática, el rendimiento en alfabetización científica fue calificado en una escala única con un puntaje OCDE promedio de 500 puntos y una desviación estándar de 100 puntos. Así, cerca de los dos tercios de los estudiantes de los países miembros de la OCDE alcanzan una puntuación entre 400 y 600 puntos. La escala utilizada mide la habilidad de los estudiantes para usar el conocimiento científico (comprensión de los conceptos científicos), para reconocer preguntas científicas e identificar lo que está implicado en una investigación científica (comprensión de la naturaleza de la investigación científica), para relacionar datos científicos con las afirmaciones y conclusiones (uso de evidencia científica), y para comunicar estos aspectos de la ciencia.

Los criterios que definen la dificultad creciente de las tareas a lo largo de la escala implican la complejidad de los conceptos usados, la cantidad de datos, la cadena de razonamiento requerida y la precisión necesaria en la comunicación. Así mismo, el nivel de difi-

cultad está influido por el contexto de la información, el formato y la presentación de la pregunta. Las tareas en el estudio PISA requieren conocimiento científico que implique (en orden de dificultad creciente) recordar conceptos científicos aprendidos, simples o comunes, o datos (fechas, terminologías, valores de constantes, etc.); la aplicación de los conceptos científicos y un conocimiento básico de investigación; el uso de conceptos científicos más desarrollados o de una cadena de razonamiento; y el conocimiento de modelos conceptuales simples o el análisis de evidencia para probar diversas alternativas.

A continuación, se presenta una descripción de las escalas del estudio:

- En la parte alta de la escala de alfabetización científica (alrededor de 690 puntos), los estudiantes, generalmente, son capaces de crear o usar modelos conceptuales para hacer predicciones o dar explicaciones. Así mismo, son capaces de analizar investigaciones científicas para comprender, por ejemplo, el diseño de un experimento o identificar una idea que está siendo probada; de comparar datos para evaluar puntos de vista alternativos o de diferentes perspectivas; y de comunicar argumentos científicos o descripciones detalladas y precisas.
- Alrededor de los 500 puntos, los estudiantes, típicamente, son capaces de usar los conceptos científicos para hacer predicciones o proveer explicaciones, de reconocer preguntas que pueden ser respondidas por investigaciones científicas o identificar detalles de lo implicado en estas, de seleccionar información relevante a partir de datos que compiten entre sí, o de elaborar cadenas de razonamiento al extraer o evaluar conclusiones.
- En la parte baja de la escala (alrededor de 400 puntos), los estudiantes son capaces de evocar conocimiento científico factual simple (por ejemplo, nombres, hechos, terminología, reglas simples) y

de emplear conocimiento científico común para extraer o evaluar conclusiones<sup>11</sup>.

#### **4. Formato de las preguntas en alfabetización científica**

Las unidades de evaluación presentaban a los estudiantes una situación de la vida real, tomada de una fuente auténtica, y una serie de preguntas acerca de ella. Cada pregunta requería el uso de uno o más procesos y algún conocimiento científico. La presentación del material estímulo (problema o cuestión) requería la lectura de algún texto, junto con una tabla o representación gráfica.

El estudio PISA 2000 evaluó la alfabetización científica por medio de una combinación de formatos de preguntas. Algunas tareas fueron evaluadas por preguntas de opción múltiple, aquellas típicamente asociadas con los procesos científicos más simples en las que los estudiantes tenían que seleccionar una entre varias alternativas. Las preguntas de respuesta construida, en las que los estudiantes debían producir un texto o mostrar un procedimiento, fueron preferidas para evaluar procesos científicos más complejos<sup>12</sup>.

Las pautas de calificación para las preguntas de respuesta abierta suministraban no solamente guías generales, sino ejemplos de respuestas para cada categoría. Se observó que era posible que las respuestas de los alumnos pudiesen brindar información valiosa sobre las ideas y el pensamiento de los estudiantes, lo que permitiría la retroalimentación de dichas ideas y pensamientos de los alumnos para el reajuste de los contenidos del currículo. Por ello, los criterios de calificación para las preguntas consideradas en la aplicación definitiva fueron diseñados para que un grupo de especialistas del área clasifique las respuestas de los alumnos, de modo que la frecuencia de los tipos de respuesta y errores comunes pudieran ser registrados.

11. Texto traducido de OECD (2001a).

12. Texto traducido de OECD (2001a).

Además, se pudieron controlar algunas estrategias utilizadas por los estudiantes para contestar la pregunta, así como información sobre los errores conceptuales de los estudiantes, errores comunes y diferentes aproximaciones en la resolución de los problemas. En este sentido, es importante señalar que los correctores fueron entrenados para tal actividad y advertidos para que ignoren la escritura y los errores gramaticales –a menos que estos distorsionen completamente el significado–, dado que esta no era una prueba de expresión escrita<sup>13</sup>.

En las pruebas de evaluación del estudio PISA, se trabajó con los siguientes formatos de preguntas:

- de opción múltiple,
- respuesta construida abierta y
- respuesta construida cerrada.

## 5. Ejemplos de preguntas del estudio PISA

Las unidades, ejemplos y comentarios de este apartado han sido tomados del documento *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el estudio PISA 2000* (OCDE/INCE, 2001), con la intención de que se contraste y ejemplifique todo lo expuesto anteriormente. En los puntos que se expondrán a continuación, se presentarán algunos ítems que fueron evaluados en el estudio PISA de otros países y que, posteriormente, han sido liberados para su publicación. Cabe resaltar que estas tareas no han sido tomadas en cuenta en el estudio PISA aplicado en el Perú.

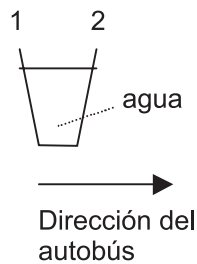
---

13. Véase OCDE/INCE (2000).

## UNIDAD LOS AUTOBUSES

### Pregunta 1

Un autobús circula por un tramo recto de carretera. Raimundo, el conductor del autobús, tiene un vaso de agua sobre el panel de mandos:



De repente, Raimundo tiene que frenar violentamente.

**¿Qué es más probable que le ocurra al agua del vaso inmediatamente después que Raimundo frene violentamente?**

- A El agua permanecerá horizontal.
- B El agua se derramará por el lado 1.
- C El agua se derramará por el lado 2.
- D El agua se derramará, pero no sabes si lo hará por el lado 1 o por el lado 2.

**Proceso:** demostrar la comprensión de conceptos científicos

**Concepto:** fuerzas y movimiento

**Situación:** ciencia en las tecnologías (transporte)

**Formato:** opción múltiple

La pregunta de este ejemplo corresponde a una unidad sobre autobuses y requiere que los estudiantes consideren los aspectos científicos en un contexto cotidiano de transporte. La pregunta utiliza esta situación para evaluar el conocimiento del momento del objeto que se mueve y de las fuerzas que se ne-

cesitan para detener el movimiento. Cuando el autobús se detiene bruscamente, el agua del vaso continúa moviéndose en la dirección en la que ya se estaba moviendo y, probablemente, se derramará hacia delante. La fuerza de reacción contra el lado del vaso empujará el agua hacia atrás con lo que se ocasionaría la conocida experiencia de un líquido que se derrama hacia delante y hacia atrás de manera sucesiva. Sin embargo, para identificar por cuál de los lados se derrama el líquido, es preciso conocer las fuerzas que actúan en este fenómeno. Como las opciones son limitadas, la forma de respuesta de opción múltiple es la más adecuada para este caso.

## Pregunta 2

**El autobús de Raimundo, como la mayoría de los autobuses, funciona con un motor diesel. Estos autobuses contribuyen a la contaminación del medio ambiente.**

**Un compañero de Raimundo trabaja en una ciudad donde se usan trolebuses que funcionan con un motor eléctrico. El voltaje necesario para este tipo de motores eléctricos es suministrado por cables eléctricos (como en los trenes eléctricos). La electricidad procede de una central que utiliza carbón.**

**Los partidarios del uso de trolebuses en la ciudad argumentan que este tipo de transporte no contribuye a la contaminación del aire. ¿Tienen razón los partidarios del trolebús? Explica tu respuesta.**

*Proceso: extraer o evaluar conclusiones*

*Concepto: transformación de la energía*

*Situación: ciencias de la Tierra y el medio ambiente*

*Formato: respuesta construida abierta*

La pregunta de este ejemplo se centra en un aspecto diferente del anterior. Este ejemplo trata sobre los autobuses como elementos que contribuyen con la contaminación del aire. La contaminación atmosférica constituye una gran preocupación para el futuro inmediato y es importante que los estudiantes puedan tomar decisiones con fundamento sobre la misma. El texto introductorio de esta pregunta presenta una conclusión deducida por algunas personas, en la que se señala que los trolebuses no aumentan la contaminación del aire. Los alumnos tienen que evaluar la validez de esta conclusión mediante la información dada en la pregunta y sus conocimientos de los productos desprendidos en la combustión del carbón en las centrales eléctricas. Para que los estudiantes obtengan alguna puntuación, deben mencionar en su respuesta que la contaminación es causada por la central eléctrica de carbón que produce la electricidad. Inclusive, sería válido si afirman que los usuarios de la electricidad no son los causantes directos de la contaminación.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de respuestas consideradas óptimas:

- *“Sí y no. Los trolebuses no contaminan la ciudad, lo que es bueno, pero las centrales eléctricas contaminan y eso no es muy bueno”. (Esta respuesta fue considerada óptima, pues, aunque no se señala que no tenían razón los partidarios del uso de los trolebuses, se concluye que las centrales eléctricas también contaminan.)*
- *“Los trolebuses contribuyen a la contaminación del aire por usar combustibles fósiles, pero no tanto como los autobuses normales con todos sus gases”.*

Las siguientes respuestas fueron consideradas no válidas:

- *“Bien, no tienen problema hasta que el humo dañino no vaya al aire y perjudique la capa de ozono, y tener electricidad a partir de los combustibles fósiles es mucho más cuidadoso con el medio ambiente”.*
- *“Sí, tienen razón ya que la electricidad no es perjudicial para el medio ambiente, sólo consumimos el gas terrestre”.*
- *“Pienso que los partidarios del trolebús tienen razón, ya que los autobuses de diesel contaminan más que los trolebuses que son eléctricos”.*
- *“Sí, porque si se quema carbón los gases no contaminantes se liberarán”.*



## UNIDAD CAMBIO CLIMÁTICO

Lee la siguiente información y contesta las preguntas que aparecen a continuación.

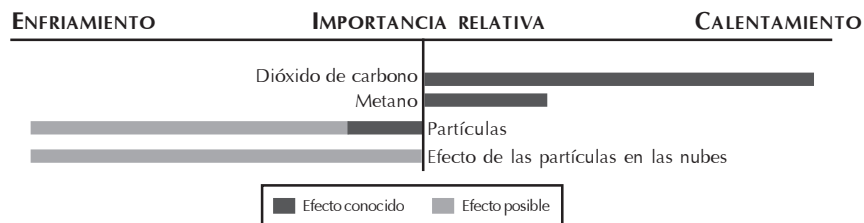
### ¿QUÉ ACTIVIDADES HUMANAS CONTRIBUYEN AL CAMBIO CLIMÁTICO?

La combustión del carbón, la gasolina y el gas natural, así como la deforestación y diversas prácticas agrícolas e industriales, están alterando la composición de la atmósfera y contribuyendo al cambio climático. Estas actividades humanas han llevado a un aumento de la concentración de partículas y gases del efecto invernadero, en la atmósfera.

La importancia relativa de los principales causantes del cambio de temperatura se presenta en la figura I.

**FIGURA I**

*Importancia relativa de los principales causantes del cambio de temperatura de la atmósfera.*



La figura I muestra que el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono y de metano produce un calentamiento. El aumento de las concentraciones de partículas da lugar a dos tipos de enfriamientos, llamados «Partículas» y «Efectos de las partículas en las nubes».

Las barras que se extienden desde la línea del centro hacia la derecha indican un calentamiento. Las barras que se extienden desde la línea del centro hacia la izquierda indican un enfriamiento. Los efectos relativos de las «Partículas» y «Efectos de las partículas en las nubes» son bastante dudosos: en cada caso, el efecto posible está dentro del intervalo representado por la barra gris clara.

Fuente: *US Global Change Research Information Office*. Adaptado de <http://www.gcrio.org/ipcc/qa/04.html>

El material estímulo de este ítem se ha conseguido de la información encontrada en Internet sobre la contribución de diversos factores en el cambio climático. En ese sentido, las nuevas tecnologías de las comunicaciones, como es el caso de Internet, constituyen una fuente de información que será utilizada, cada vez,

con mayor frecuencia en la vida de los estudiantes de hoy en día. No obstante, se han añadido algunas explicaciones para que la presentación de los datos no constituya ningún problema para el conjunto de tareas que deben ser realizadas.

## Pregunta 1

**Utiliza la información de la figura 1 para desarrollar un argumento que apoye la reducción de la emisión de dióxido de carbono por las actividades humanas mencionadas.**

*Proceso: comunicar conclusiones válidas*

*Concepto: cambio atmosférico*

*Situación: ciencias de la Tierra y el medio ambiente (tiempo y clima)*

*Formato: respuesta construida abierta*

La pregunta de este ejemplo requiere que los estudiantes utilicen la información proporcionada para justificar una acción determinada que consiste en la reducción de la emisión de dióxido de carbono producida por la actividad humana. Una pregunta posterior (no mostrada aquí) pide a los estudiantes que usen la misma información de forma contraria para apoyar la idea de que la actividad humana, realmente, no constituye un problema. En ambos casos, las preguntas evalúan la capacidad de comunicar conclusiones basadas en la evidencia. En conjunto, las dos cuestiones son un ejemplo de la precaución con la que tiene que utilizarse la información científica en casos complejos. Las preguntas dependen del conocimiento de las materias científicas, como ¿por qué el enfriamiento y calentamiento influyen en el cambio climático? y ¿cómo el dióxido de carbono, el metano y las partículas en el aire pueden ser los causantes de los problemas ambientales? No obstante, el objetivo es construir un argumento a partir de los datos proporcionados y evaluar la capacidad de comunicarlo de una forma adecuada. En este ejemplo, se asigna puntuación a las respuestas que identifican la relación que existe entre la información dada y el argumento propuesto. Por el contrario, no se

puntúan las respuestas que fallen en el argumento explicativo de la reducción en la emisión, aunque mencione las actividades que contribuyen a la producción de dióxido de carbono.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de respuestas óptimas:

- *“La emisión de CO<sub>2</sub> causa un calentamiento importante de la atmósfera y por lo tanto debería reducirse”.*
- *“El dióxido de carbono en la atmósfera calienta la Tierra. Normalmente, esto no debería ser un problema si se demostrara que los efectos posibles son ciertos. Sin embargo, no tienen el gráfico que muestra el aumento de temperatura. Con este se demostraría que es necesario reducir las emisiones de dióxido de carbono”.*
- *“Según los datos de la figura 1, la reducción en la emisión de dióxido de carbono es necesaria por el gran calentamiento de la Tierra”.*

Las siguientes respuestas no fueron consideradas como respuestas válidas:

- *“La combustión de los combustibles fósiles, como la gasolina, el gas y el carbón, contribuye a la emisión de gases a la atmósfera, entre los que se encuentra el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este gas aumenta la temperatura de la Tierra produciéndose el efecto invernadero”.*
- *“Los humanos ayudarían a controlar la disminución de los niveles de dióxido de carbono no conduciendo coches, no quemando carbón y no talando bosques”.*

## 6. Estructura de la prueba

Las preguntas que fueron utilizadas para evaluar la alfabetización científica en el estudio PISA fueron 35 y presentaron las siguientes distribuciones:

**Cuadro 2.3. Distribución de preguntas de alfabetización científica según las dimensiones y formatos de preguntas**

Componentes	N° de preguntas	N° de preguntas de opción múltiple	N° de preguntas de respuesta construida
<b>Proceso</b>			
Reconocimiento de preguntas científicamente investigables	3	3	0
Identificación de evidencia necesaria en una investigación científica	5	4	1
Extracción y evaluación de conclusiones	7	3	4
Comunicación de conclusiones válidas	2	0	2
Demostración de la comprensión de conceptos	18	12	6
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>13</b>
<b>Concepto</b>			
Cambio atmosférico			
Cambios físicos y químicos			
Cambio geológico	5	0	5
Cambios fisiológicos			
Biodiversidad	1	1	0
La Tierra y su lugar en el universo	7	5	2
Ecosistemas	4	2	2
Transformación de la energía	4	2	2
Fuerzas y movimiento	1	1	0
Forma y función	1	1	0
Control genético	2	2	0
Biología humana	4	2	2
Estructura y propiedades de la materia	6	6	0
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>13</b>
<b>Área de aplicación</b>			
Ciencias de la Tierra y el medio ambiente	12	5	7
Ciencias de la vida y la salud	12	8	4
Ciencias en las tecnologías	11	9	2
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>13</b>

## **7. Preguntas comentadas: algunos ítemes de la prueba del estudio PISA en el Perú**

Los ítemes o preguntas que se presentan a continuación fueron propuestos en la prueba internacional del estudio PISA aplicada en el Perú. Es decir, los alumnos peruanos de 15 años que se encontraban cursando el nivel secundario en el 2001 se enfrentaron directamente con estas preguntas. A continuación de los ítemes, se presentarán, de manera general, los criterios de calificación con los cuales las respuestas de los alumnos de los 41 países participantes fueron clasificadas en tres niveles según el desempeño logrado: respuestas con nivel de desempeño óptimo, respuestas con nivel de desempeño parcial y res-

puestas no válidas. Así mismo, se mostrarán algunos ejemplos de respuestas que fueron digitalizadas de los mismos cuadernillos de respuestas de los alumnos peruanos que participaron directamente en esta evaluación.

En la mayoría de casos, el estudio PISA, como se señaló anteriormente, presenta sus ítemes agrupados en unidades. Cada unidad consta de un estímulo, que presenta una información en un determinado contexto, seguido de preguntas que el estudiante debe responder de acuerdo con el estímulo correspondiente.

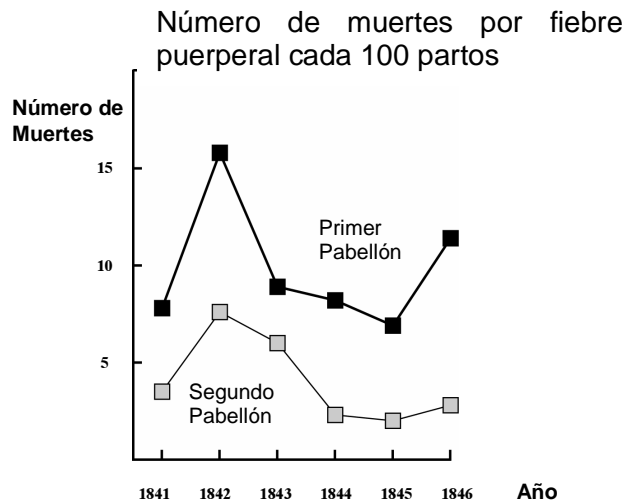
Algunos de los ítemes liberados del estudio PISA 2000 en el área de Ciencias fueron los siguientes.

## UNIDAD DIARIO DE SEMMELWEIS

### TEXTO 1

*“Julio de 1846. La próxima semana ocuparé el puesto de Director del Primer Pabellón de la maternidad en el Hospital General de Viena. Me alarmé cuando me enteré del porcentaje de pacientes que mueren en esa maternidad. En este mes, han muerto allí al menos 36 de las 208 madres, todas de fiebre puerperal. Dar a luz un niño es tan peligroso como una neumonía de primer grado”.*

Estas líneas del diario del Dr. Ignaz Semmelweis (1818 -1865) dan una idea de los efectos devastadores de la fiebre puerperal, una enfermedad contagiosa que provocó la muerte de muchas mujeres después del parto. Semmelweis recopiló datos sobre el número de muertes por fiebre puerperal en el Primer y Segundo Pabellón de la maternidad del Hospital (ver el gráfico).



Gráfico

Los médicos, entre ellos Semmelweis, desconocían completamente la causa de la fiebre puerperal. El diario de Semmelweis decía:

*“Diciembre de 1846. ¿Por qué mueren tantas mujeres de esta fiebre después de dar a luz sin ningún problema? Durante siglos la ciencia nos ha dicho que es una epidemia invisible que mata a las madres. Las causas pueden ser cambios en el aire o alguna influencia extraterrestre o un movimiento de la misma tierra, un terremoto.”*

Hoy en día, poca gente consideraría una influencia extraterrestre o un terremoto como posible causa de la fiebre. Ahora sabemos que ésta se relaciona con las condiciones higiénicas. Pero en la época en que vivió Semmelweis, mucha gente, ¡incluso científicos!, lo creía. Semmelweis sabía que era poco probable que la fiebre fuera causada por una influencia extraterrestre o por un terremoto. Llamó la atención sobre los datos que había recogido (ver el gráfico) y los utilizó para intentar convencer a sus colegas.

La unidad de muestra se refiere a la investigación de Semmelweis sobre las causas de la fiebre puerperal. Semmelweis estaba confundido, pues se percató de que el número de muertes era mayor en el primer pabellón que en el segundo pabellón (es decir, 10% frente a 3%). Otra de las diferencias radicaba en que, al primer pabellón, concurrían estudiantes de medicina y al segundo no. Además, los estudiantes asistían a los partos, pero lo hacían después de haber estado disecando cadáveres. En aquella época, había diversas explicaciones para justificar esta diferencia: la angustia causada por el sonido de la campanilla del acólito que precedía al sacerdote cuando este se dirigía al primer pabellón para administrar los sacramentos a las moribundas, la vergüenza que sentían las

mujeres ante los estudiantes, las influencias extraterrestres y los desastres naturales (como los terremotos).

El hecho decisivo fue la muerte de su amigo, ya que, al realizar una autopsia, un discípulo lo pinchó en un dedo. El amigo de Semmelweis murió con los mismos síntomas que los de la fiebre puerperal. No obstante, Semmelweis demostró que la causa estaba en el material putrefacto de las manos de los estudiantes. Es por ello que, visionariamente, estableció, entre otras medidas, el lavado de las manos de los estudiantes con agua de cloro. Como consecuencia, la tasa de mortalidad bajó a niveles menores que los del segundo pabellón<sup>14</sup>.

## Pregunta 1

Imagina que tú eres Semmelweis. Basado en los datos recogidos por Semmelweis, da una razón que justifique por qué es poco probable que la fiebre puerperal sea causada por terremotos.

**Proceso:** extraer o evaluar conclusiones

**Concepto:** biología humana

**Situación:** ciencias de la vida y la salud

**Relevancia:** histórica

**Formato:** respuesta construida abierta

**Porcentaje PISA 2000:** 21,3%

**Porcentaje de respuestas con nivel óptimo:**  
Perú: 0,9%

Para responder óptimamente esta pregunta los estudiantes deben relacionar los datos como evidencia para evaluar perspectivas diferentes; es decir, los alumnos tienen que elaborar argumentos que apoyen una conclusión. Para responder parcialmente a esta pregunta, se requiere que los estudiantes usen evidencia científica para relacionar los datos sistemáticamente con posibles conclusiones usando una cadena de razonamiento que no es dada al estudiante.

Teniendo en cuenta los requerimientos descritos para responder adecuadamente esta tarea, se consideran respuestas con un **nivel**

**de desempeño óptimo** aquellas respuestas que se refieren a la diferencia entre el número de muertes (por cada 100 partos) en ambos pabellones. Por ejemplo:

- “El hecho de que el primer pabellón tuviera un porcentaje alto de mujeres muertas comparado con las mujeres en el segundo pabellón, obviamente, muestra que ello no tiene nada que ver con los terremotos”.
- “No murió la misma cantidad de personas en el pabellón 2, de modo que un terremoto no pudo haber ocurrido sin causar el mismo número de muertes en cada pabellón”.
- “Ya que el segundo pabellón no era tan alto, pudo estar relacionado con el pabellón 1”.
- “Es improbable que los terremotos ocasionen la fiebre desde que los porcentajes de muertes son tan diferentes en los dos pabellones”.

14. Véase: <http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina>

Se consideran que alcanzan un **nivel de desempeño parcial** las siguientes respuestas:

- Respuestas que se refieren al hecho de que los terremotos no ocurren frecuentemente. Por ejemplo:
  - *“Sería improbable que sea ocasionada por los terremotos, porque los terremotos no ocurren todo el tiempo”.*
- Respuestas que se refieren al hecho de que los terremotos también afectan a las personas que están fuera de los pabellones. Por ejemplo:
  - *“Si se hubiera originado un terremoto, las mujeres fuera del hospital también habrían tenido fiebre puerperal”.*
  - *“Si un terremoto fuera la razón, todo el mundo tendría fiebre puerperal cada vez que ocurriera un terremoto (no solo en los pabellones 1 y 2)”.*
- Respuestas que se refieren a la idea de que, cuando los terremotos ocurren, los hombres no contraen la fiebre puerperal. Por ejemplo:
  - *“Si un hombre estuviera en el hospital y sucede un terremoto, él no hubiera contraído la fiebre puerperal, de modo que los terremotos no pueden ser la causa”.*
  - *“Porque a las mujeres les da y no a los hombres”.*

Se consideran **respuestas no válidas** las siguientes:

- Respuestas que afirman que los terremotos no pueden ocasionar la fiebre. Por ejemplo:
  - *“Un terremoto no puede influir en una persona o enfermarla”.*

- *“Un poco de remezón no puede ser peligroso”.*
- Respuestas que afirman que la fiebre debe tener otra causa (correcta o incorrecta). Por ejemplo:
  - *“Los terremotos no liberan gases venenosos; estos son ocasionados por las placas de la Tierra que se doblan y se quiebran unas sobre las otras”.*
  - *“Ya que no tiene nada que ver una con la otra y es mera superstición”.*
  - *“Un terremoto no tiene ninguna influencia en el embarazo. La razón fue que los doctores no eran lo suficientemente especializados”.*
  - *“Es improbable que la fiebre puerperal fuera ocasionada por los terremotos, ya que muchas mujeres murieron después de dar a luz sin ningún problema. La ciencia nos ha dicho que es una epidemia invisible que mata a las madres”.*
  - *“La muerte es ocasionada por las bacterias y los terremotos no pueden afectarlas”.*
- Otros ejemplos de respuestas sin puntaje:
  - *“Creo que fue un gran terremoto que remeció un montón”.*
  - *“En 1843, las muertes disminuyeron en el pabellón 1 y algo menos en el pabellón 2. Porque no hubo ningún terremoto en los pabellones y ellos todavía la tienen”.* [Nota: La asunción que no hubo terremotos en esa época no es correcta.]

## ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

A continuación, se muestran algunas respuestas de los estudiantes peruanos a esta pregunta.

Figura 2.1. Ejemplo de respuesta con desempeño óptimo (el estudiante realiza comparaciones entre los gráficos dados).

Porque si se hubiera causado por terremotos tanto el primer y segundo sismo, hubiesen tenido el mismo número de muertes.

Figura 2.2. Ejemplo de respuesta con desempeño parcial (el estudiante indica que el terremoto nos afecta a todos).

LA RAZON ES QUE NO PERO POR TERREMOTOS MUESTRAN LAS MUERTES AL DAR A LUZ; SI NO HUBIERAN MUERTO TODOS POR CAUSA DEL TERREMOTO

Figura 2.3. Ejemplo de respuesta con desempeño parcial (el estudiante se refiere a la frecuencia de los terremotos).

Es poco probable ya que el índice de muertes es constante y para que sea causada por terremotos el índice de terremotos también tendría que ser constante.

Figura 2.4. Ejemplo de respuesta no válida (el alumno no relaciona los datos).

Porque un terremoto no contribuye a un promedio de muertes ya que se debe que la falta de higiene por parte de los doctores era la causa.



El ejemplo de la figura 2.1 se consideró como una respuesta con desempeño óptimo, a pesar de que en la respuesta se menciona termómetro en lugar de terremoto, pues es evidente que el alumno(a) realiza la comparación entre el número de fallecidos entre ambos pabellones.

La respuesta de la figura 2.2 se consideró con desempeño parcial, a pesar de que su redacción no es del todo clara, pues el alumno hace referencia a que los terremotos no solo afectan a las madres que están en el primer pabellón, sino también afectan a las personas que están fuera de los pabellones. Es decir, el alumno probablemente pretende decir que, si los terremotos fueran la causa de la fiebre puerperal, también se verían afectadas todas las personas.

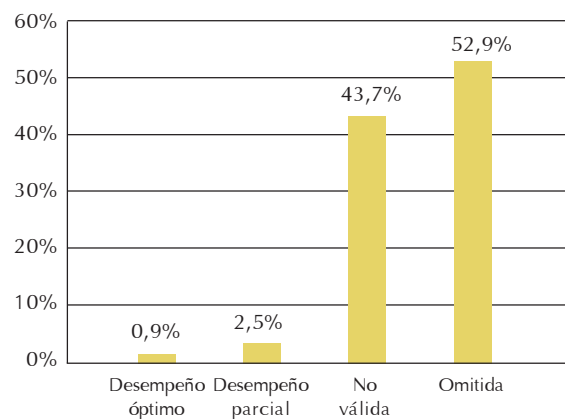
En el caso del ejemplo de la figura 2.3, al decir que el índice de terremotos tendría que ser constante, se hace referencia a la frecuencia con que ocurren los terremotos. El alumno apela al hecho de que los terremotos no ocurren frecuentemente y a que el índice de muertes es constante; por lo tanto, esta respuesta se consideró de desempeño parcial.

A la respuesta del ejemplo de la figura 2.4 no se le asignó puntaje, pues, en la primera parte: "un terremoto no contribuye a un promedio de muertos", probablemente el alumno(a) quiere decir que los terremotos no pueden ocasionar la fiebre; adicionalmente, indica una po-

sible causa (correcta) de la fiebre. Se puede apreciar que el estudiante justifica su respuesta basado en los conocimientos previos que maneja; sin embargo, no hace referencia a los datos recogidos por Semmelweis y esto es precisamente lo que esta pregunta requiere.

En esta tarea, el porcentaje de alumnos que contestó óptimamente fue de 0,9%; es decir, solo 12 de 1 209 alumnos pudieron desarrollar con éxito esta tarea. Un 2,5% la contestó de manera parcial; un 43,7% de los alumnos mostraron respuestas no válidas y un 52,9% de los alumnos no llegó a enfrentarse al ítem. Es posible que estos últimos ni siquiera hayan podido leer esta pregunta por diferentes motivos.

**Gráfico 2.1. Porcentaje de las respuestas según desempeño**



## TEXTO 2

La autopsia era una parte de la investigación que se llevaba a cabo en ese hospital. El cadáver de una persona era abierto para encontrar la causa de su muerte. Semmelweis se dio cuenta de que los estudiantes que trabajaban en el primer pabellón participaban habitualmente en las autopsias de mujeres que habían muerto el día anterior, antes de examinar a las mujeres que acababan de dar a luz. Ellos no se preocupaban mucho de lavarse después de las autopsias. ¡Algunos, incluso estaban orgullosos de que, por su olor, se pudiera decir que habían estado trabajando en la morgue, ya que eso demostraba lo trabajadores que eran!

Uno de los amigos de Semmelweis murió después de haberse cortado durante una de esas autopsias. La autopsia de su cuerpo mostró que tenía los mismos síntomas que las madres que habían muerto de la fiebre puerperal. Esto le dio a Semmelweis una nueva idea.

## Pregunta 2

La nueva idea de Semmelweis tenía que ver con el alto porcentaje de mujeres que morían en los pabellones de la maternidad y con el comportamiento de los estudiantes.

¿Cuál era esta idea?

- A. Hacer que los estudiantes se laven después de las autopsias debería conducir a una disminución de los casos de fiebre puerperal.
- B. Los estudiantes no deberían participar en las autopsias porque pueden cortarse.
- C. Los estudiantes huelen mal porque no se lavan después de una autopsia.
- D. Los estudiantes quieren demostrar que son trabajadores, lo que hace que sean descuidados cuando examinan a las mujeres.

**Proceso:** reconocer preguntas científicamente investigables

**Concepto:** biología humana

**Relevancia:** histórica

**Situación:** ciencias de la vida y la salud

**Formato:** opción múltiple

**Clave correcta:** A

**Porcentaje PISA 2000:** 63,3%

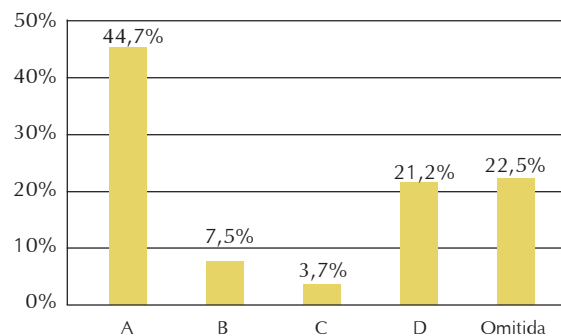
**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 44,7%

sin tomar en cuenta que dichas afirmaciones no relacionaban el comportamiento de los estudiantes con la frecuencia en el número de muertes de las mujeres<sup>15</sup>.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?<sup>16</sup>

La respuesta correcta es la opción A y el porcentaje de aciertos de los alumnos es de 44,7%. Se muestra, a continuación, el porcentaje de respuestas de todas las alternativas.

**Gráfico 2.2. Porcentaje de respuestas por alternativa**



Esta tarea requiere que los estudiantes, a partir de los datos y la información dados, sean capaces de reconocer y proponer una hipótesis.

Los alumnos que optaron por la alternativa A relacionaron la información del texto con el alto porcentaje de mujeres que moría en los pabellones de esa maternidad. Esto les permitió plantear la hipótesis correcta.

Quienes eligieron las otras opciones (B, C o D), probablemente, concluyeron sus ideas a partir de la información brindada en el texto

15. Ministerio de Educación de Chile, Unidad de Currículo y Evaluación (2004).

16. Los porcentajes presentados están redondeados a un decimal. Estos no consideran el porcentaje de preguntas que no se codificaron por presentar algún error de impresión o de compaginación, entre otros.

### Pregunta 3

Semmelweis tuvo éxito en sus intentos por reducir el número de muertes a causa de la fiebre puerperal. Pero incluso hoy, la fiebre puerperal sigue siendo una enfermedad extremadamente difícil de eliminar.

Las fiebres difíciles de curar son todavía un problema en los hospitales. Muchas medidas de rutina sirven para controlar este problema. Una de estas medidas consiste en lavar las sábanas a temperaturas muy elevadas.

Explica por qué lavar las sábanas a temperaturas elevadas ayuda a reducir el riesgo de que los pacientes contraigan la fiebre.

**Proceso:** demostrar la comprensión de conceptos

**Concepto:** biología humana

**Situación:** ciencias de la vida y la salud

**Relevancia:** histórica

**Formato:** respuesta construida abierta

**Porcentaje PISA 2000:** 67,3%

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 24,1%

Esta tarea demanda que los estudiantes apliquen el conocimiento científico (en este caso que el calor elimina a las bacterias) para explicar por qué este procedimiento es efectivo para reducir el riesgo de contraer enfermedades contagiosas.

Los **niveles de desempeño óptimo** son los que corresponden a los siguientes tipos de respuesta:

- Respuestas que se refieren al exterminio de bacterias, microorganismos, gérmenes o virus. Por ejemplo:
  - “Ya que con el calor muchas bacterias murieron”.
  - “Las bacterias no soportarían las altas temperaturas”.
  - “Las bacterias serían quemadas por las altas temperaturas”.

- “Las bacterias serían cocinadas”. [Nota: Aunque “quemadas” y “cocinadas” no son científicamente correctas, cada una de las dos últimas respuestas, como un todo, puede considerarse como correcta.]
- “Porque mucho calor mata a los pequeños organismos que ocasionan enfermedades”.
- “Es demasiado calor para que puedan vivir los gérmenes”.

- Respuestas que se refieren al desplazamiento (no exterminio) de bacterias, microorganismos, gérmenes o virus. Por ejemplo:
  - “Las bacterias se habrán ido”.
  - “El número de bacterias disminuirá”.
  - “Te deshaces de las bacterias a altas temperaturas”.
  - “Debido a que no tendrás los gérmenes en tu cuerpo”.
- Respuestas que se refieren a la esterilización de las sábanas. Por ejemplo:
  - “Las sábanas serán esterilizadas”.

Cabe aclarar que se pudieron registrar las respuestas de los alumnos que no conocían la diferencia entre las bacterias y los demás microorganismos. A pesar de ello, se consideraron óptimas sus respuestas.

Son consideradas como **respuestas no válidas** las siguientes:

- Respuestas que se refieren al exterminio de la enfermedad. Por ejemplo:
  - “Debido a que la temperatura del agua caliente elimina cualquier enfermedad en las sábanas”.
  - “Las altas temperaturas eliminan la mayoría de las fiebres en las sába-

nas, dejando menos oportunidad de contaminación”.

- Otros ejemplos de respuestas sin puntaje:
  - “Así, ellos no se enferman por el frío”.
  - “Bueno, cuando lavas algo te deshaces de los gérmenes”.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

Figura 2.5. Ejemplo de respuesta con desempeño óptimo (el estudiante hace referencia al exterminio de microorganismos).

Porque lavando las sábanas a temperaturas muy altas matan los microbios y así nos evitamos de contagiar a los demás

Figura 2.6. Ejemplo de respuesta con desempeño óptimo (el estudiante hace referencia a la extracción de microorganismos)

Porque lavando las sábanas a temperaturas elevadas se pueden extraer algunos virus.

Figura 2.7. Ejemplo de respuesta con desempeño óptimo (el alumno trata sobre el exterminio de bacterias).

Si porque allí a esa temperatura mueren las bacterias y se reduciría muchas muertes

Figura 2.8. Ejemplo de respuesta no válida (el alumno trata sobre el exterminio de la enfermedad).

Si porque las sábanas lavadas con agua hervida mata las enfermedades y no contagia a otros miembros.

En el ejemplo de la figura 2.5, el alumno o alumna se refiere a la eliminación de microorganismos. En este caso, el evaluado no distingue las bacterias de los otros microorganismos; sin embargo, se consideró como una respuesta con desempeño óptimo, pues esta pregunta no intenta evaluar específicamente este conocimiento científico, sino que desea recoger información sobre si los alumnos saben que el calor elimina las bacterias u otros microorganismos.

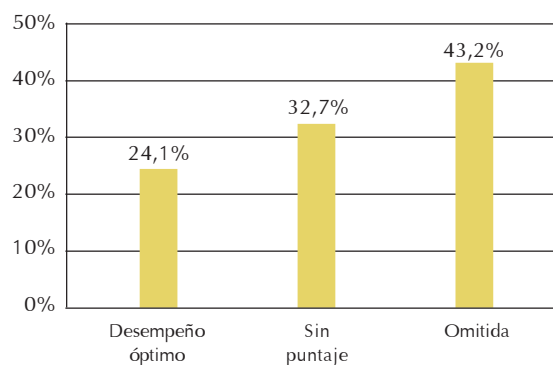
En el caso del ejemplo de la figura 2.6, al hablar de la extracción del virus, el alumno o la alumna no hace referencia a la eliminación, sino, probablemente al desplazamiento del virus. Por tanto, según las pautas anteriores, se consideró respuesta con desempeño óptimo. (Adicionalmente a esto se indica que se pudo contabilizar las respuestas en las que el alumno hablaba sobre desplazamiento y no eliminación de bacterias, diferenciando estas de los demás microorganismos).

En el ejemplo de la figura 2.7, se hace referencia directa a la muerte de las bacterias, es decir, al exterminio de bacterias; por tanto, se consideró como una respuesta con rendimiento óptimo. Cabe destacar que, en este caso, probablemente el alumno distingue las bacterias de los demás microorganismos.

En la respuesta de la figura 2.8, al señalar que "el agua hervida mata las enfermedades", se entiende que se refiere al exterminio de la enfermedad, por lo que se consideró como una respuesta sin puntaje, pues no relaciona la presencia de bacterias y/o microorganismos con el desarrollo de esta enfermedad.

A este ítem sólo 282 alumnos de 1 170 respondieron adecuadamente; es decir, solo un 24,1% mostró un desempeño óptimo. Por otro lado, un 32,7% mostró respuestas no válidas y un 43,2% no respondió el ítem.

**Gráfico 2.3. Porcentaje de respuestas por alternativa**



#### Pregunta 4

Muchas enfermedades pueden curarse utilizando antibióticos. Sin embargo, el éxito de algunos antibióticos contra la fiebre puerperal ha disminuido en los últimos años.

¿Cuál es la razón de este hecho?

- A. Una vez fabricados, los antibióticos pierden gradualmente su actividad.
- B. Las bacterias se hacen resistentes a los antibióticos.
- C. Estos antibióticos sólo ayudan contra la fiebre puerperal, pero no contra otras enfermedades.
- D. La necesidad de estos antibióticos se ha reducido porque las condiciones de la salud pública han mejorado considerablemente en los últimos años.

**Proceso:** demostrar la comprensión de conceptos

**Concepto:** biología humana

**Situación:** ciencias de la vida y la salud

**Relevancia:** histórica

**Formato:** opción múltiple

**Clave correcta:** B

**Porcentaje PISA 2000:** 67,3%

**Porcentaje de respuestas correctas:**  
Perú: 24,1%

Esta tarea demanda que los estudiantes vayan más allá del caso clásico de preguntar por el conocimiento científico común necesario para dar una explicación a un fenómeno científico. Más bien, demanda que los estudiantes usen y apliquen conocimientos científicos (a diferencia de los conceptos científicos) para crear explicaciones.

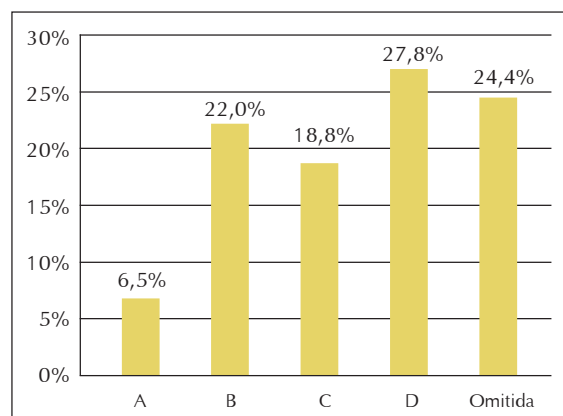
Quienes respondieron la opción B utilizaron su conocimiento científico para justificar por qué el éxito de algunos antibióticos contra la fiebre puerperal ha disminuido. Para ello, han explicado cómo responden las bacterias ante el uso frecuente de antibióticos: ellos deben saber que la pérdida de la efectividad de los antibióticos en el tiempo es una consecuencia del proceso de selección y multiplicación de las bacterias que son resistentes a los antibióticos. Quienes respondieron la opción A

reconocieron una característica común en todos los tipos de antibióticos. Los alumnos que optaron por las alternativas C o D no comprendieron el sentido de la pregunta. Probablemente, entendieron que se les preguntaba por la disminución en el uso de los antibióticos y no por la disminución en el éxito de estos<sup>17</sup>.

### ¿Cómo respondieron los alumnos peruanos?

La respuesta correcta a este ítem es la opción B y un 22% seleccionó esta alternativa; es decir, 250 alumnos de 1 136 respondieron óptimamente. En el siguiente gráfico, se muestran los porcentajes de los alumnos para cada alternativa.

**Gráfico 2.4. Porcentaje de respuestas por alternativa**



17. Ministerio de Educación de Chile, Unidad de Currículo y Evaluación (2004)

### 3. LOS RESULTADOS DEL PERÚ EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Uno de los objetivos del estudio PISA es brindar a los países la oportunidad de evaluar la eficiencia de sus sistemas educativos mediante la comparación del desempeño logrado por sus estudiantes hacia el final de la educación obligatoria respecto del desempeño logrado por sus similares en otros países. Dicha comparación permite identificar las fortalezas y debilidades de dichos sistemas. Sin embargo, para entender mejor los resultados de este análisis comparativo, es necesario tener en cuenta, además de las características internas del sistema –las que pertenecen a los agentes que intervienen en el proceso educativo: alumnos, padres de familia, docentes– y de los centros educativos donde este proceso se lleva a cabo<sup>18</sup>, el marco económico y financiero en el cual estos sistemas funcionan y la situación educativa de la población de 15 años en cada país.

Este capítulo presenta los resultados en alfabetización matemática y científica de los estudiantes peruanos de 15 años en comparación con los resultados de los estudiantes de los países de la región y de los países desarrollados (OCDE) que participaron en el estudio PISA. Además se presentan, brevemente, las características del entorno en el que el sistema educativo peruano funciona.

18. Estas características serán analizadas de manera detallada en los siguientes capítulos.

#### 1. Contexto del sistema educativo

##### 1.1. Contexto económico

La cantidad de recursos invertidos en el servicio educativo por los países está determinada, en gran medida, por los niveles de riqueza de dichos países. El producto bruto interno (PBI) mide el total de ingresos generados por un país en un determinado periodo, con lo cual se aproxima al nivel de riqueza del país. Sin embargo, dado que países con PBI semejantes pueden atender a poblaciones de tamaños diferentes, para comparar los niveles de riqueza entre los países, se debe tomar en cuenta el tamaño poblacional. De esta forma, el ingreso por habitante denominado PBI per cápita se convierte en un indicador más preciso para comparar los niveles de riqueza entre los distintos países.

En el año 2000, el PBI per cápita en el Perú fue de 4 799 dólares PPA<sup>19</sup>, el más bajo entre los países de la región latinoamericana que participaron en el estudio PISA y equivalen-

19. El PPA (poder de paridad adquisitivo) es la tasa de cambio que resulta de comparar el índice de precios interno de una canasta de bienes transables (que se compran y venden en el mercado internacional) con el índice de precios internacionales de la misma canasta. El uso de este indicador permite hacer una comparación estandarizada en términos de la capacidad real de compra de cada país.

te a solo la quinta parte del PBI per cápita promedio de los países OCDE del año 1999 (21 313 dólares PPA). Estos datos muestran la desventaja comparativa de recursos con los que dispone el país para financiar, entre otros, su servicio educativo.

Además de disponer de escasos recursos, el porcentaje de los mismos que la sociedad peruana destina hacia el servicio educativo es también bajo, lo cual coloca al sistema peruano en una posición desfavorable en contraste con el resto de sistemas educativos de los países de la región que han participado en el estudio. Por otro lado, el Estado peruano, el principal proveedor del servicio educativo y, por tanto, el que aporta la mayor parte de recursos financieros (ver anexo 1), destina un monto de recursos equivalente al 3,3% del PBI del país, porcentaje que es considerablemente bajo comparado con lo que invierte en este rubro el sector público del resto de países de la región y de los países desarrollados (ver cuadro 3.1).

De otro lado, complementando los relativamente bajos recursos destinados desde el

sector público, el sector privado peruano destina un monto de recursos que equivale al 1,3% del PBI, porcentaje que es relativamente alto comparado con los observados en el resto de países. Sin embargo, a pesar de este esfuerzo desplegado por el sector privado, el gasto total destinado a financiar el servicio educativo en el país equivale a solo 4,6% del PBI, porcentaje que es significativamente inferior al del resto de países de la región y al de los países desarrollados (ver cuadro 3.1).

Como resultado de lo expuesto y considerando el tamaño de la población atendida por el sistema, el gasto educativo por alumno en el nivel secundario –nivel en el que se encuentra el mayor porcentaje de alumnos de 15 años– en el Perú es el más bajo entre los países de la región y equivale a alrededor del 11% del gasto promedio por alumno en secundaria<sup>20</sup> de los países desarrollados, según promedio OCDE (ver cuadro 3.1). Tal resultado ilustra la baja inversión por alumno en el sistema educativo peruano.

**Cuadro 3.1. Principales indicadores de contexto económico**

Países	PBI pc (dólares PPA) <sup>3/</sup>	Gasto público en educación/ PBI <sup>4/</sup> (%)	Gasto privado en educación/ PBI <sup>4/</sup> (%)	Gasto total en educación/ PBI <sup>4/</sup> (%)	Gasto por alumno en secundaria (dólares PPA) <sup>4/</sup>	Índice de Gini <sup>5/</sup>
Argentina	12377	4,5	1,3	5,8	2327	n.d.
Brasil <sup>1/</sup>	7625	5,1	n.d.	n.d.	890	0,59
Chile	9417	4,1	3,1	7,2	1941	0,57
México	9117	4,4	0,8	5,2	1480	0,52
Perú	4799	3,3	1,3	4,6	579	0,46
Promedio OCDE <sup>2/</sup>	21313	4,9	0,6	5,5	5465	0,33

**Notas:**

1/ El dato de gasto público en educación como porcentaje del PBI corresponde al año 1998. Gasto por alumno incluye solo instituciones públicas.

2/ El dato de PBI pc corresponde al año 1999.

3/ Año de referencia 2000.

4/ Año de referencia 1999. Corresponde a la clasificación internacional de niveles educativos 2 y 3.

5/ Se reportó el dato disponible más reciente para cada país.

n.d.: No disponible.

**Fuentes:**

World Bank: World Development Indicators 2003.

OECD/UNESCO: Financing education-investments and returns. Analysis of the WEI.2002.

OECD: Education at a glance. OECD Indicators 2003.

20. El nivel secundario corresponde a la Clasificación Internacional de Niveles Educativos 2 y 3 (en inglés: ISCED 2 y 3). Esta clasificación estandarizada utilizada por la OCDE garantiza la comparabilidad de los indicadores por nivel educativo, dadas las diferencias en las estructuras de los sistemas educativos de los países.



Cabe resaltar que, dado que el ingreso de los países no se distribuye de manera equitativa entre la población, los recursos que destina la población hacia el servicio educativo también difieren entre los grupos económicos dentro de los países. Estas diferencias en los niveles de inversión en educación dentro de la población determinan, en cierta medida, las diferencias en el nivel de escolaridad y desempeño logrado por los estudiantes de los diferentes estratos económicos. De allí se desprende el hecho de que los sistemas educativos en sociedades menos equitativas enfrentan un reto mayor para disminuir dichas brechas y asegurar la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos.

El índice de Gini mide el nivel de desigualdad económica en un determinado país. Los valores del índice cercanos a 1 indican mayor grado de desigualdad y los valores del índice cercanos a 0 indican mayor grado de

igualdad. Al comparar el valor de los índices para los países, se encuentra que el Perú muestra el menor grado de desigualdad entre los países latinoamericanos que participaron en el estudio, mientras que en el otro extremo se encuentra Brasil con un Gini de 0,59. Esta situación en Brasil evidencia el mayor reto que enfrenta el sistema educativo de ese país para lograr la igualdad de oportunidades entre sus miembros (ver cuadro 3.1).

## 1.2. Contexto educativo

Según la estructura del sistema educativo peruano, un estudiante de 15 años que inicia sus estudios primarios a los seis años y que continúa de manera exitosa a lo largo del sistema debería estar cursando el décimo<sup>21</sup> año de escolaridad. Sin embargo, en el año 2001, solo el 28,5% de la población de 15 años cumplía esta condición<sup>22</sup>.

**Cuadro 3.2. Principales indicadores de contexto educativo**

	Tasa de cobertura en el nivel <sup>1/2/</sup>	Porcentaje de repetidores <sup>3/4/</sup>		Porcentaje de estudiantes que asisten al 10mo ó 11mo año <sup>7/</sup>
		Primaria <sup>5/</sup>	Secundaria <sup>6/</sup>	
Argentina	76,3	5,3	7,6	70,9
Brasil	53,2	25,1	15,0	57,8
Chile	87,4	3,2	3,8	51,2
México	51,6	n.d.	n.d.	53,7
Perú	65,6	9,8	7,0	53,0

**Notas:**

1/ Año de referencia 2000.

2/ Porcentaje de la población de 15 años matriculada en secundaria.

3/ Número de repetidores en el nivel entre el número de alumnos matriculados en ese nivel, por cien.

4/ Año de referencia 1998.

5/ Corresponde a la clasificación internacional de niveles educativos 1.

6/ Corresponde a la clasificación internacional de niveles educativos 2.

7/ En Brasil corresponde al 9no y 10mo año.

**Fuentes:**

OECD: Literacy skills for the world of tomorrow. Further results from PISA 2000.

UNESCO - OECD: Teacher's for Tomorrow's Schools. Analysis of the World Education Indicators.

21. De acuerdo con las normas peruanas vigentes, un estudiante de 15 años debería estar cursando el 4° grado de secundaria. Dado que la primaria consta de seis grados, el 4° grado de secundaria corresponde al décimo año de escolaridad.
22. Información calculada sobre la base de las Estadísticas Básicas 2001 (Ministerio de Educación del Perú, 2001a) y las Proyecciones de Población (INEI, 2002).

Dado que el 90% de la población de seis años ingresa a esa edad al primer año de educación primaria<sup>23</sup>, es decir, inicia sus estudios primarios a la edad correspondiente, el hecho de que menos de un tercio de la población de 15 años asista al cuarto grado de secundaria en el Perú puede ser explicado por los altos niveles de repetición y deserción en el sistema educativo peruano.

Tal como se observa en el cuadro 3.2, las tasas de repetición del sistema educativo peruano, al igual que el brasilero, se encuentran entre las más altas de los países de la región que participaron en el estudio, lo cual indica que en estos sistemas educativos la probabilidad de encontrar un estudiante de 15 años en un grado inferior al que normativamente le corresponde es relativamente mayor que en el resto de sistemas. Por ello, en la muestra de estudiantes que participaron en el estudio, el porcentaje de estudiantes que cursaban el grado que les correspondía o uno mayor en el Perú se encuentra entre los más bajos de la región. Este hecho indica que un porcentaje considerable de estudiantes de 15 años que participaron en el estudio tenía menos años de escolaridad del que normativamente le correspondía.

De otro lado, el cuadro 3.2 también muestra las tasas de cobertura bruta de la población de 15 años. En él, se observa que las tasas de cobertura en Perú, Brasil y México (65,6%, 53,2% y 51,6%, respectivamente) se encuentran entre las más bajas de los países de la región que participaron en el estudio. En los sistemas educativos de Perú y México, estas bajas tasas de cobertura de la población de 15 años están acompañadas de altas tasas de entrada a tiempo al primer grado de primaria (OREALC y Ministerio de Educación de Chile, 2002), lo cual indica que, en ambos sistemas, existe una alta deserción de los estudiantes a lo largo del sistema. Esta deserción opera en los sistemas educativos como un mecanismo de selección, dado que quienes desertan del sistema son aquellos estudiantes cuya rentabilidad de estudiar un año adi-

cional no supera su rentabilidad de trabajar<sup>24</sup>, rentabilidad esta última que crece conforme aumenta la edad de la población.

Dado que las habilidades desarrolladas por los estudiantes están influidas, entre otros aspectos, por la cantidad de educación formal acumulada y dado que las altas tasas de cobertura en el nivel secundario indican que los resultados del estudio PISA reflejan los niveles de habilidad de la mayoría de la población joven en un país, es importante tomar en cuenta las características educativas presentadas en esta sección al momento de analizar los resultados del estudio.

## 2. Desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática y científica

Teniendo en cuenta las características del contexto en que se desenvuelve el sistema educativo peruano, esta sección presenta los resultados obtenidos por los estudiantes peruanos en comparación con aquellos de los estudiantes del resto de países latinoamericanos que participaron en el estudio PISA: Argentina, Brasil, Chile y México. Además, ha sido incluido el resultado de los estudiantes de los países de la OCDE, de manera que se pueda tener un contraste respecto de los resultados de los estudiantes de los países de mayor desarrollo económico<sup>25</sup>.

Este análisis se basa en una comparación de las medias o los promedios del desempeño de los estudiantes de 15 años. En tanto se trata de una estimación del valor promedio del desempeño de toda la población estudiantil –inferido a partir de la muestra de estudiantes que participó en el estudio–, el valor de la media de cada país está sujeto a error. En

23. Información calculada sobre la base de las Estadísticas Básicas 2001 (Ministerio de Educación, 2001a) y las proyecciones de población (INEI, 2002).

24. Cabe resaltar que la actividad laboral no es, necesariamente, la única actividad alterna a la actividad educativa; sin embargo, se considera que es la actividad que más compite con esta.

25. Para el cálculo del promedio regional y de la OCDE, se ponderaron todos los países de manera que tuvieran el mismo peso en el promedio. Dado que México pertenece tanto a los países de la región como al grupo de países de la OCDE, los resultados de los estudiantes de este país fueron considerados tanto para el cálculo del promedio de la región como del promedio OCDE.

el gráfico, las cajas amarillas que están dentro de la barra de cada país muestran el valor promedio estimado –representado por una línea negra en el centro– y el rango de valores que este promedio puede tomar debido al error de estimación<sup>26</sup>.

Debido a que el promedio nacional no muestra las diferencias en el desempeño de los estudiantes al interior de los países, el tamaño de las barras de cada país ilustra dichas diferencias. Así, el extremo inferior de las barras representa el puntaje por debajo del cual se ubica el cinco por ciento de estudiantes con menor desempeño (percentil 5) y el extremo superior representa el puntaje por encima del cual se ubica el cinco por ciento de los estudiantes con mejor desempeño (percentil 95).

### 2.1. Resultados comparativos en alfabetización matemática<sup>27</sup>

Entre todos los estudiantes de los países que participaron en el estudio PISA, los estudiantes peruanos fueron los que, en promedio, obtuvieron el menor puntaje en la escala de alfabetización matemática (292 puntos). Dicho resultado es significativamente inferior al puntaje promedio obtenido por el resto de países. Este resultado de los estudiantes peruanos es traducido en términos de un bajo nivel de habilidades y conocimientos matemáticos que permiten la identificación de elementos, la realización de tareas en las que la formulación matemática es evidente o la solución de un problema rutinario de paso único de solución. Estas actividades consisten en reproducir hechos o procesos matemáticos básicos, o utilizar habilidades operativas básicas. Este nivel de desempeño es el más bajo de la escala de alfabetización matemática (ver capítulo 1 sección 1.4).

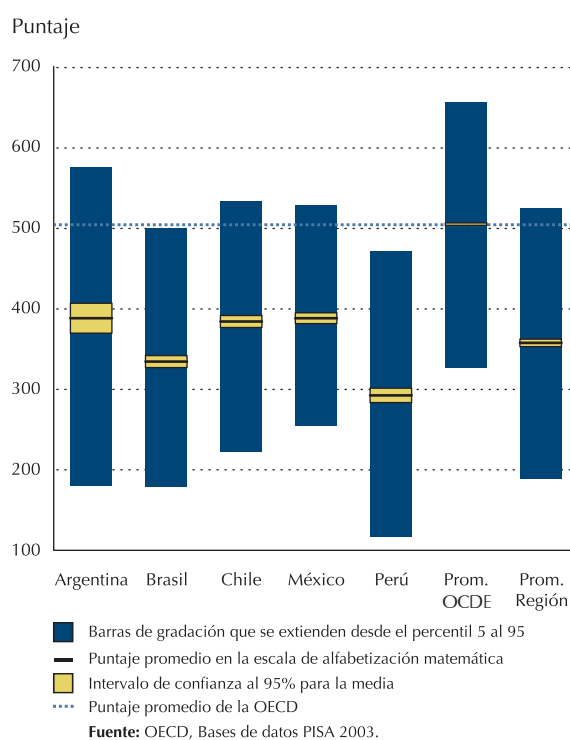
Al compararlo con los resultados de los estudiantes de los países desarrollados, se encuentra que el puntaje promedio obtenido por los

estudiantes peruanos de 15 años es significativamente inferior al desempeño obtenido por el percentil 5 de los países desarrollados (OCDE). Es decir, el desempeño promedio de los estudiantes peruanos está por debajo de aquellos obtenidos por los estudiantes de la OCDE con menor desempeño, lo cual evidencia la gran brecha que existe entre las habilidades de los estudiantes peruanos en relación con los de los países desarrollados.

Inclusive, los 470 puntos obtenidos por el 5% superior de los estudiantes peruanos (percentil 95) no son suficientes para alcanzar el puntaje promedio obtenido por los estudiantes de los países de la OCDE. Este puntaje, a su vez, es significativamente menor que el puntaje obtenido por los estudiantes en el 5% superior (percentil 95) de Argentina, Chile y México, los cuales sí llegan a superar el promedio de los países de la OCDE. Esto indicaría que inclusive nuestros alumnos con mejores puntajes muestran un desempeño menor que el mostrado por los mejores estudiantes (percentil 95) argentinos, chilenos y mejicanos.

De otro lado, al analizar las diferencias en-

**Gráfico 3.1. Promedio y distribución del desempeño de los estudiantes en alfabetización matemática**



26. Los errores han sido estimados de manera que, si tomamos 100 sub-muestras, el promedio de los estudiantes de 95 de ellas se ubicará dentro del rango estimado; es decir, la estimación cuenta con un 95% de confianza.  
 27. La definición de la escala de alfabetización matemática se explica en el capítulo 1.

tre los desempeños de los estudiantes en el percentil 5 y 95, se encuentra que el nivel de disparidad en el desempeño de los estudiantes peruanos, junto con el de los argentinos, es el mayor entre los países de la región. Además, de ser considerablemente alto en comparación con la brecha observada entre los estudiantes de los países de la OCDE.

Estos resultados indican que, en el país, no solo existe la necesidad de mejorar la calidad de la educación, sino que las políticas que se implementen para lograrlo deben estar acompañadas de políticas que garanticen la igualdad en las oportunidades de aprendizaje al interior del país.

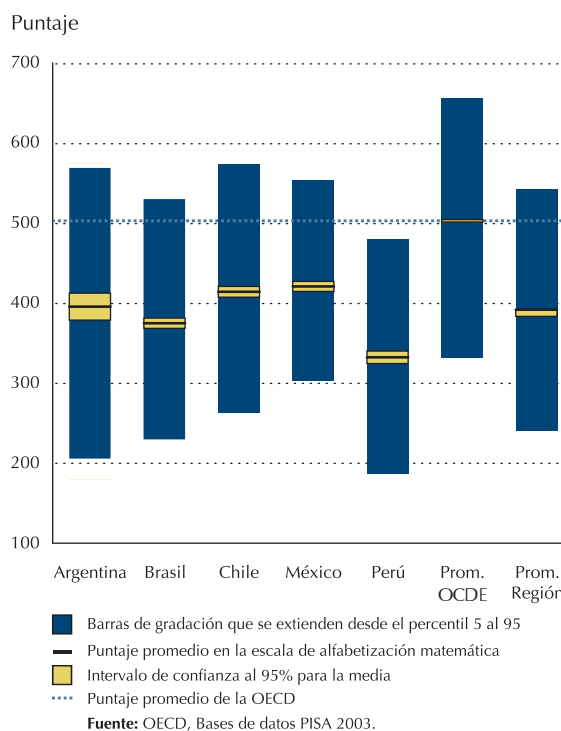
## 2.2. Resultados comparativos en alfabetización científica<sup>28</sup>

En alfabetización científica, al igual que en alfabetización matemática, los estudiantes peruanos logran un desempeño por debajo de aquel obtenido por los estudiantes de los diversos países que participaron en el estudio PISA. Así, los 333 puntos en la escala de alfabetización científica obtenidos por los estudiantes peruanos los ubican en la última escala de desempeño, lo cual, en términos de habilidades, significa que estos estudiantes recuerdan conceptos científicos sencillos (como nombres, hechos, terminología, reglas simples, etc.), y emplean un conocimiento científico básico para extraer o evaluar sus conclusiones y explicar los resultados obtenidos.

En comparación con los resultados obtenidos por los estudiantes en los países desarrollados (promedio OCDE), el puntaje promedio que los estudiantes peruanos alcanzan es comparable con el puntaje obtenido por los estudiantes de los países desarrollados con menor desempeño (percentil 5). Así, se observa que el puntaje promedio obtenido por los estudiantes peruanos (333 puntos) no es estadísticamente diferente del puntaje obtenido por el 5% inferior de los estudiantes de los países desarrollados (332 puntos).

28. La definición de la escala de alfabetización científica se explica en el capítulo 2.

**Gráfico 3.2. Promedio y distribución del desempeño de los estudiantes en alfabetización científica**



Al comparar los resultados obtenidos por el 5% de estudiantes peruanos con mejor desempeño (95 percentil) con los obtenidos por los estudiantes de los países desarrollados, se observa que el desempeño de los primeros es significativamente inferior al promedio de la OCDE e, inclusive, al de los estudiantes con mejor desempeño (percentil 95) en Argentina, Brasil, Chile y México. Este hecho demuestra que el bajo promedio de los estudiantes peruanos no solo está determinado por el bajo desempeño de los estudiantes en los percentiles inferiores sino también por el bajo desempeño de nuestros mejores estudiantes.

## 3. Desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática y científica según gestión

Como se mencionó, las condiciones educativas de los estudiantes determinan, en cierta medida, su desempeño en las pruebas estandarizadas. Dentro del sistema educativo, se puede reconocer la existencia de dos grandes grupos de centros educativos: los administrados por

una autoridad educativa, una agencia del Estado o una persona elegida por un comité del Estado (estatales), y los administrados por una organización no gubernamental o por un conjunto de personas que, en su mayoría, no son elegidas por una agencia del Estado (no estatales)<sup>29</sup>. Dadas las diferencias entre ambos tipos de centro, resulta relevante evaluar el desempeño de sus estudiantes en el marco de la evaluación PISA.

Esta sección presenta el análisis comparativo entre el desempeño de los estudiantes de los centros educativos estatales y el de los no estatales de los países de la región que incluyeron en su diseño muestral la estratificación según tipo de centro educativo. No obstante, dado que la muestra de los centros educativos en México no tomó en cuenta esta estratificación, este país no fue incluido en el presente análisis<sup>30</sup>.

### 3.1. Desempeño de los estudiantes de los centros educativos estatales

Los resultados obtenidos por los estudiantes peruanos de los centros educativos estatales, tanto en alfabetización matemática como científica, muestran el menor desempeño de estos estudiantes en comparación con sus pares en otros países. Así, los puntajes obtenidos por los estudiantes de 15 años que asisten a este tipo de centro son los más bajos entre los países latinoamericanos que participaron en el estudio y se encuentran muy

por debajo de aquellos obtenidos por los estudiantes de los países desarrollados.

De este modo, mientras en alfabetización matemática los estudiantes de los centros educativos estatales de Chile y Argentina obtienen los mejores resultados entre los países de Latinoamérica, los estudiantes de los centros estatales del Perú son los que obtienen los más bajos resultados.

De otro lado, en lo que respecta a alfabetización científica, se encuentra que los estudiantes de los centros educativos estatales de Chile obtuvieron los más altos puntajes entre los estudiantes del sector estatal de la región. A ellos los siguen los estudiantes de Brasil y Argentina, quienes obtuvieron puntajes similares. Por su parte, los estudiantes de los centros educativos estatales del Perú muestran el desempeño más bajo entre los países latinoamericanos que participaron en el estudio.

Dados los menores recursos destinados al financiamiento de la educación en el Perú (ver capítulo 3 sección 1.1), en comparación con los recursos destinados en el resto de sistemas, los resultados presentados en este informe permiten postular que una política que busque acortar las brechas entre el desempeño de los estudiantes peruanos y el resto de los estudiantes de la región pasaría por otorgarle prioridad al sector educativo en el país.

- 
29. Dentro de los centros educativos no estatales, se puede encontrar a los centros educativos privados dependientes y a los privados independientes. Los primeros tienen un financiamiento que proviene, hasta en un 50%, de los fondos del Estado mientras que los segundos pueden tener un financiamiento que proviene del Estado y que representa menos del 50% de sus fondos. Para revisar la distribución de los centros educativos según tipo de administración en los diferentes países, véase anexo 3.
30. Cabe precisar que Chile usó como estratos explícitos los centros municipales, subsidiados y privados. Perú utilizó como estratos explícitos los centros estatales y no estatales, mientras que Argentina y Brasil usaron como estratos implícitos los centros públicos y privados. (Información provista por Miyako Ikeda, Secretario de PISA en la OCDE, a través de correo electrónico).

**Cuadro 3.3. Comparación múltiple del desempeño promedio de los estudiantes de los centros educativos estatales**

ALFABETIZACIÓN MATEMÁTICA			Chile	Argentina	Brasil	Perú	Promedio región <sup>1/</sup>	Promedio OCDE
	Promedio		362	351	322	274	334	493
	S.E.		(4,7)	(8,3)	(4,1)	(4,3)	(2,2)	(0,8)
Chile	362	(4,7)		0	1	1	1	-1
Argentina	351	(8,3)	0		1	1	0	-1
Brasil	322	(4,1)	-1	-1		1	0	-1
Perú	274	(4,3)	-1	-1	-1		-1	-1
Promedio región <sup>1/</sup>	334	(2,2)	-1	0	0	1		-1
Promedio OCDE	493	(0,8)	1	1	1	1	1	

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA			Chile	Brasil	Argentina	Perú	Promedio región <sup>1/</sup>	Promedio OCDE
	Promedio		394	366	365	319	370	494
	S.E.		(4,8)	(3,7)	(8,2)	(3,7)	(2,2)	(0,8)
Chile	394	(4,8)		1	1	1	1	-1
Brasil	366	(3,7)	-1		0	1	0	-1
Argentina	365	(8,2)	-1	0		1	0	-1
Perú	319	(3,7)	-1	-1	-1		-1	-1
Promedio región <sup>1/</sup>	370	(2,2)	-1	0	0	-1		-1
Promedio OCDE	494	(0,8)	1	1	1	1	1	

**Instrucciones:**

Las filas identifican al país cuyo desempeño está siendo comparado con el desempeño de los países que aparecen en las columnas de la tabla. Los símbolos indican si el promedio del país de la fila es significativamente diferente del promedio del país con el que se le compara, al 95% de confianza.

**Símbolos:**

- 1 Promedio del país en la fila es menor al promedio del país en la columna.
- 0 Promedio del país en la fila es similar al promedio del país en la columna.
- 1 Promedio del país en la fila es mayor al promedio del país en la columna.

**Notas:**

Los países fueron ordenados de manera descendente según su promedio.

México no fue incluido en la comparación dado que la muestra de este país no considera la estratificación (explícita o implícita) portipo de centro.

S.E.: Error estándar

Fuente: OECD/ UNESCO: Literacy skills for the world of tomorrow. Further results from PISA 2000, 2003

<sup>1/</sup> Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

### 3.2. Desempeño de los estudiantes de los centros educativos no estatales

En la escala de alfabetización matemática, los estudiantes peruanos de los centros educativos no estatales obtuvieron un puntaje de 395 puntos, lo cual los ubica por debajo del desempeño de sus pares de Argentina. Dicho puntaje no presenta diferencias significativas respecto de los obtenidos por los estudiantes de los cen-

tros educativos no estatales en Brasil y Chile. Así mismo, en la escala de alfabetización científica, los estudiantes peruanos obtienen 410 puntos, puntaje que es significativamente menor que aquellos obtenidos por los estudiantes chilenos. En este caso, no se encontraron diferencias significativas con los puntajes obtenidos por los estudiantes argentinos y brasileños.

**Cuadro 3.4. Comparación múltiple del desempeño promedio de los estudiantes de los centros educativos no estatales**

ALFABETIZACIÓN MATEMÁTICA			Argentina	Brasil	Chile	Perú	Promedio región <sup>1/</sup>	Promedio OCDE
	Promedio		447	413	409	395	424	525
	S.E.		(10,4)	(14,9)	(5,6)	(8,6)	(4,1)	(2,2)
Argentina	447	(10,4)		0	1	1	0	-1
Brasil	413	(14,9)	0		0	0	0	-1
Chile	409	(5,6)	-1	0		0	0	-1
Perú	395	(8,6)	-1	0	0		-1	-1
Promedio región <sup>1/</sup>	424	(4,1)	0	0	0	1		-1
Promedio OCDE	525	(2,2)	1	1	1	1	1	

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA			Argentina	Chile	Brasil	Perú	Promedio región <sup>1/</sup>	Promedio OCDE
	Promedio		445	440	439	410	442	522
	S.E.		(11,1)	(4,8)	(11,8)	(9,1)	(3,7)	(2,4)
Argentina	445	(11,1)		0	0	0	0	-1
Chile	440	(4,8)	0		0	1	0	-1
Brasil	439	(11,8)	0	0		0	0	-1
Perú	410	(9,1)	0	-1	0		-1	-1
Promedio región <sup>1/</sup>	442	(3,7)	0	0	0	1		-1
Promedio OCDE	522	(2,4)	1	1	1	1	1	

**Instrucciones:**

Las filas identifican al país cuyo desempeño está siendo comparado con el desempeño de los países que aparecen en las columnas de la tabla. Los símbolos indican si el promedio del país de la fila es significativamente diferente del promedio del país con el que se le compara, al 95% de confianza.

**Símbolos:**

- 1 Promedio del país en la fila es menor al promedio del país en la columna.
- 0 Promedio del país en la fila es similar al promedio del país en la columna.
- 1 Promedio del país en la fila es mayor al promedio del país en la columna.

**Notas:**

Los países fueron ordenados de manera descendente según su promedio.

México no fue incluido en la comparación dado que la muestra de este país no considera la estratificación (explícita o implícita) por tipo de centro.

S.E.: Error estándar

**Fuente:** OECD/ UNESCO: Literacy skills for the world of tomorrow. Further results from PISA 2000, 2003

**1/ Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

### 3.3. Comparación del desempeño de los estudiantes en los centros educativos estatales y no estatales

Como se observa en el cuadro 3.5, en todos los países, tanto en alfabetización matemática como científica, se observa el mejor desempeño de los estudiantes de los centros educativos no estatales frente a los de los centros educativos estatales. Esta situación muestra las bre-

chas de rendimiento entre ambos tipos de estudiantes al interior de los países de la región.

Sin embargo, al comparar el desempeño de los estudiantes de centros no estatales de un país respecto del desempeño de los estudiantes de centros estatales en otros países, se encuentra que, en alfabetización científica, solo los estudiantes peruanos de los centros educativos no estatales igualan el desempe-

**Cuadro 3.5. Comparación múltiple del desempeño promedio de los estudiantes de los centros educativos estatales y no estatales**

ALFABETIZACIÓN MATEMÁTICA			ESTATAL					
			Chile	Argentina	Brasil	Perú	Promedio región <sup>1/</sup>	Promedio OCDE
NO ESTATAL	Promedio		362	351	322	274	334	493
	S.E.		(4,7)	(8,3)	(4,1)	(4,3)	(2,2)	(0,8)
Chile	409	(5,6)	1	1	1	1	1	-1
Argentina	447	(10,4)	1	1	1	1	1	-1
Brasil	413	(14,9)	1	1	1	1	1	-1
Perú	395	(8,6)	1	1	1	1	1	-1
Promedio región <sup>1/</sup>	424	(4,1)	1	1	1	1	1	-1
Promedio OCDE	525	(2,2)	1	1	1	1	1	1

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA			ESTATAL					
			Chile	Argentina	Brasil	Perú	Promedio región <sup>1/</sup>	Promedio OCDE
NO ESTATAL	Promedio		394	365	366	319	369,5	494
	S.E.		(4,8)	(8,2)	(3,7)	(3,7)	(2,2)	(0,8)
Chile	440	(4,8)	1	1	1	1	1	-1
Argentina	445	(11,1)	1	1	1	1	1	-1
Brasil	439	(11,8)	1	1	1	1	1	-1
Perú	410	(9,1)	0	1	1	1	1	-1
Promedio región <sup>1/</sup>	442	(3,7)	1	1	1	1	1	-1
Promedio OCDE	522	(2,4)	1	1	1	1	1	1

**Instrucciones:**

Las filas identifican al país cuyo desempeño está siendo comparado con el desempeño de los países que aparecen en las columnas de la tabla. Los símbolos indican si el promedio del país de la fila es significativamente diferente del promedio del país con el que se le compara, al 95% de confianza.

**Símbolos:**

- 1 Promedio del país en la fila es menor al promedio del país en la columna.
- 0 Promedio del país en la fila es similar al promedio del país en la columna.
- 1 Promedio del país en la fila es mayor al promedio del país en la columna.

**Notas:**

Los países fueron ordenados de manera descendente según su promedio.

México no fue incluido en la comparación dado que la muestra de este país no considera la estratificación (explícita o implícita) por tipo de centro.

S.E.: Error estándar

Fuente: OECD/ UNESCO: Literacy skills for the world of tomorrow. Further results from PISA 2000, 2003

1/ Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

ño promedio de algún sistema educativo estatal de la región, en este caso, el chileno. Por su parte, los estudiantes de los centros educativos no estatales del resto de países obtienen rendimientos promedio que superan el desempeño de los estudiantes de los centros educativos estatales en cualquiera de los países.

Cabe resaltar que, tanto en alfabetización matemática como científica, los estudiantes del sector no estatal de los países de la región que participaron en el estudio PISA no superan el promedio obtenido por los estudiantes de los sectores no estatal y estatal de los países desarrollados. Este resultado evidencia, la menor eficacia de los sistemas educativos de la región frente a la de los países desarrollados.



#### 4. Desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática y científica según nivel socioeconómico

Además de los contextuales y escolares, los factores extraescolares (por ejemplo, las características individuales y familiares de los estudiantes) determinan también el desempeño alcanzado por los alumnos. Por tanto, un estudio comparativo del desempeño de los estudiantes debe considerar dichos factores en el momento de analizar los resultados entre los países.

Entre los factores extraescolares, el nivel socioeconómico y su efecto en el desempeño de los estudiantes es de gran interés para la formulación de políticas educativas. Dado que uno de los objetivos de los sistemas educativos es lograr la igualdad de oportunidades entre los miembros de la sociedad, el análisis de las diferencias en el rendimiento controlando<sup>31</sup> las diferencias en el nivel socioeconómico permite evaluar la eficacia de estos sistemas para alcanzar dicha meta.

Los siguientes gráficos presentan las curvas socioeconómicas<sup>32</sup> de los países latinoamericanos que participaron en el estudio PISA. Estas curvas muestran la relación que existe entre el nivel socioeconómico<sup>33</sup> de la población estudiantil y su desempeño en el campo evaluado (alfabetización matemática o científica). En ellas, el extremo izquierdo de la curva muestra el desempeño por debajo del cual se ubica el 5% de la población de menores ingresos, mientras que el extremo derecho muestra el desempeño por encima del cual se ubica la población de mayores ingresos.

Los gráficos de curvas brindan información en tres niveles:

- El eje vertical brinda información acerca del desempeño logrado por los estudiantes. De allí que, cuanto más alejada se

encuentre la curva del eje horizontal, mayor será el desempeño de los estudiantes que componen la curva.

- La pendiente o grado de inclinación de la curva brinda información de cuán fuerte es la asociación entre el nivel socioeconómico y el desempeño de los estudiantes. En este caso, mayores pendientes muestran una mayor relación entre ambas variables.
- La distancia entre el punto inicial de la curva y su punto final, proyectada sobre el eje horizontal, muestra la dispersión del nivel socioeconómico al interior del país. A esta distancia entre ambos puntos se le denomina rango de la curva. En esta, los rangos mayores indican mayores diferencias en el nivel socioeconómico entre el percentil 5 y 95.

##### 4.1. La curva socioeconómica para alfabetización matemática

El gráfico 3.3 muestra la curva socioeconómica para alfabetización matemática de los cinco países latinoamericanos que participaron en el estudio PISA. En este gráfico, se puede observar que, para cada nivel socioeconómico, el desempeño de los estudiantes peruanos es menor que los observados en el resto de países (la curva del Perú es la más baja de todos los países). En el otro extremo, México, Chile y Argentina presentan las curvas socioeconómicas más altas, lo cual ilustra los mejores desempeños obtenidos por estos estudiantes de estos países.

De otro lado, la curva de Argentina presenta la pendiente más inclinada, lo que muestra la mayor influencia del nivel socioeconómico en el desempeño de los estudiantes. En este país, un incremento de una desviación estándar en el nivel socioeconómico de los estudiantes incrementa, consecuentemente, su desempeño en 51,5 puntos aproximadamente, mientras que, en el Perú, tal cambio en el nivel socioeconómico incrementa el desempeño en alrededor de 42 puntos (ver anexo 4).

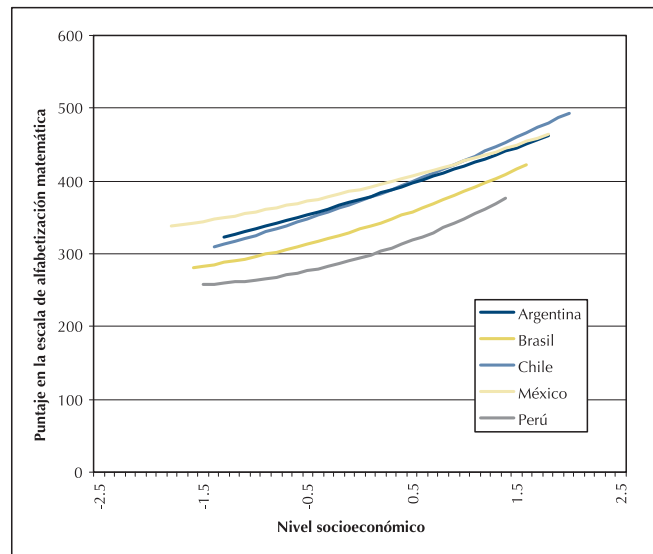
Entre todos los países latinoamericanos que participaron en el estudio, el Perú es el que

31. Es decir, tomando en cuenta las diferencias en el nivel socioeconómico de los estudiantes.

32. Las curvas socioeconómicas fueron estimadas sobre la base de una regresión cuadrática entre el nivel de desempeño y el nivel socioeconómico de los estudiantes.

33. La definición del nivel socioeconómico y su cálculo se presentan en el anexo 26.

**Gráfico 3.3. Relación entre el desempeño en alfabetización matemática y el entorno socioeconómico de los estudiantes de la región**



Fuente: Base de datos PISA 2003  
Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

presenta las menores diferencias en el nivel socioeconómico entre el percentil 5 y 95, lo cual demuestra que, al interior del país, existe mayor homogeneidad en el nivel socioeconómico de los estudiantes. Esta situación podría estar relacionada con el hecho de que el Perú muestra un Gini bajo en comparación con el del resto de países. Sin embargo, no debe olvidarse que, además, el Perú es el que presenta el nivel de ingresos per cápita más bajo entre los países de la región (ver capítulo 3 sección 1.1). Es decir que, si bien es más homogéneo en la distribución, es también el país cuyos habitantes disponen de menos recursos.

Así mismo, en el gráfico, se observa que, en el caso de Perú, la curva es más pronunciada que en el resto de los países. Esto indicaría que el efecto del nivel socioeconómico en el desempeño es mayor en la medida en que el nivel socioeconómico de los estudiantes es más alto.

#### 4.2. La curva socioeconómica para alfabetización científica

Al igual que lo presentado en el gráfico de la alfabetización matemática, la curva socioeconómica para el Perú correspondiente a la alfabetización científica se encuentra por

debajo de las curvas del resto de países para los diferentes niveles socioeconómicos. Es decir que, independientemente del nivel socioeconómico, el nivel de desempeño de los estudiantes peruanos es menor que el obtenido por los estudiantes del resto de países de la región.

De todos los países, México muestra la curva con menor pendiente, lo que indica una menor relación entre el nivel socioeconómico y el desempeño de los estudiantes. En el otro extremo, Argentina y Chile muestran las pendientes más inclinadas, lo que indica una mayor asociación entre dichas variables. Para estos dos últimos países, el incremento de una desviación estándar en el índice socioeconómico aumenta el desempeño de los estudiantes en 41 y 39 puntos respectivamente, mientras que, en el Perú, el incremento en una desviación estándar incrementa el desempeño de los estudiantes en 33 puntos.

Cabe señalar que, a diferencia de las curvas de alfabetización matemática, las curvas de alfabetización científica de todos los países, excepto en el Perú, tienen una forma ligeramente más convexa respecto del eje horizontal, lo cual indica que, en este campo de evaluación, los efectos del nivel socioeconómico sobre el desempeño son diferenciados. Así,

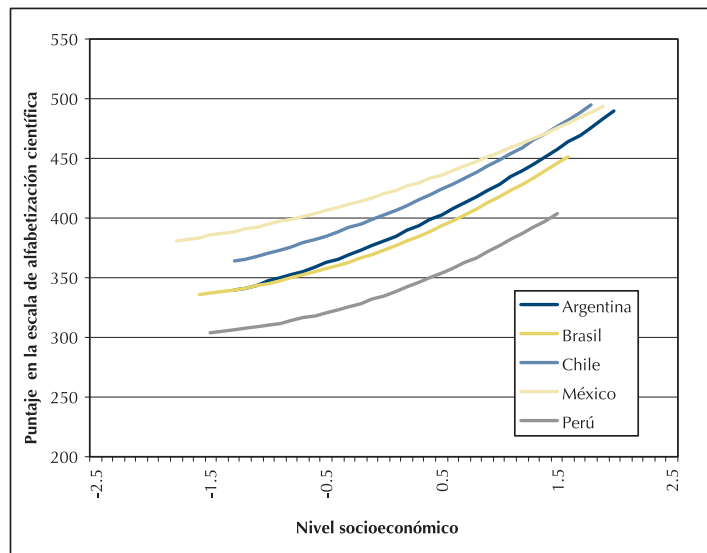
en estos países, el efecto en el desempeño de un incremento en el nivel socioeconómico es menor en la población de menores recursos que en la población de mayores recursos.

Nuevamente, al igual que en el caso de alfabetización matemática, el Perú es el país que muestra una menor dispersión del nivel socioeconómico, que, como se mencionó, estaría más vinculado con el bajo nivel de desigualdad del país (ver capítulo 3 sección 1.1).

De los resultados señalados, se deduce que el nivel de desempeño del sistema educati-

vo peruano, en comparación con el desempeño del resto de sistemas e independientemente del nivel socioeconómico de los estudiantes, es menor. Por ello, la política educativa peruana debería centrarse no solo en la mejora de los niveles de acceso de la población al sistema y en la mejora de las tasas de eficiencia interna del sistema (como, por ejemplo, la tasa de repetición alta que se vio en este capítulo en la sección 1.2), sino también en la calidad de la educación impartida y en asegurar la igualdad de oportunidades dentro del sistema, de manera que pueda revertir las desigualdades estructurales que existen en la sociedad.

**Gráfico 3.4. Relación entre el desempeño en alfabetización científica y el entorno socioeconómico de los estudiantes de la región**



Fuente: Base de datos PISA 2003  
Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa



## 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PERUANOS QUE ATIENDEN A LOS ESTUDIANTES DE 15 AÑOS

El conocimiento y las habilidades adquiridos por los estudiantes están relacionados, entre otros, con sus características individuales y con las oportunidades de aprendizaje brindadas en los centros educativos y en sus hogares. En este sentido, los centros educativos deben brindar verdaderas oportunidades de aprendizaje que desarrollen competencias para la vida en los estudiantes y que logren disminuir las diferencias en el desempeño de los estudiantes vinculadas, en gran medida, con las diferencias en las características de los hogares de los que provienen, como el nivel socioeconómico familiar y el nivel educativo de los padres.

Las oportunidades de aprendizaje brindadas por los centros educativos están vinculadas con las características propias de los centros y de los docentes que trabajan en ellos, entre otros aspectos. Así, conocer las diferencias en las características de los diferentes sistemas educativos permite evaluar las oportunidades brindadas por estos, lo cual, a su vez, ofrece información para orientar políticas que conduzcan a mejorar la calidad del servicio brindado y la equidad del sistema.

La información necesaria para este análisis fue recolectada por medio de una encuesta realizada a los directores de los centros educativos que atienden a estudiantes de 15 años. A partir de los resultados de estas en-

cuestas, se presentarán algunas características de dichos centros educativos y de los docentes que laboran en ellos en función de su efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes, según la opinión de los directores. Los resultados serán presentados a través de porcentajes de estudiantes cuyo aprendizaje es afectado por dichas características de los centros educativos y de los docentes, de acuerdo con la percepción de los directores.

Adicionalmente, en el presente capítulo, se analiza la relación entre estas características y el desempeño obtenido por los estudiantes en alfabetización matemática y científica. Cabe indicar que los resultados de esta relación no miden el efecto neto de cada variable sobre el rendimiento, ya que estas se encuentran mediadas por el efecto de otras variables, tal como se verá en el capítulo 6. Si bien algunas características pueden no estar estadísticamente correlacionadas con el desempeño de los estudiantes, su análisis es importante dado que dan una visión acerca de las condiciones en las que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje y las condiciones bajo las que opera el sistema.

En cuanto a los resultados, cabe indicar que la percepción de los directores no brinda información respecto de los niveles absolutos ni de la calidad de los recursos, por lo que estos no son leídos en dichos términos.

Es importante hacer dos precisiones estadísticas previas respecto de los datos presentados en este análisis: las frecuencias se basan en los datos válidos recolectados y las diferencias a las que se hará referencia fueron calculadas al 95% de confianza.

## 1. Los recursos materiales y humanos del centro educativo

### 1.1. Recursos físicos y educativos de la escuela

Si bien el uso que se da a los recursos se vincula directamente con el desempeño de los estudiantes, la disponibilidad de estos puede influir indirectamente en el aprendizaje de los alumnos en el sentido en que puede facilitar o limi-

tar las condiciones en las que se da el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por esta razón, el estudio PISA preguntó a los directores de los centros educativos evaluados acerca de su percepción respecto del grado en que la disponibilidad, condición y pertinencia de los recursos afectaban el rendimiento de los estudiantes de 15 años en sus centros educativos, preguntas ante las cuales el director podía responder “nada”, “poco”, “bastante” o “mucho”.

Los siguientes cuadros 4.1 y 4.2 presentan el porcentaje de estudiantes de 15 años que se encuentran estudiando en centros educativos donde los directores opinan que la escasez e inadecuación de los recursos perjudican “Bastante / Mucho” su aprendizaje.

#### Cuadro 4.1. Preguntas sobre la calidad y disponibilidad de los recursos físicos del centro educativo

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado por...

	Bastante / Mucho			Promedio región
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	
a) el mal estado de la infraestructura?	26,7	<b>31,3</b>	<i>0,0</i>	19,6
b) deficientes sistemas de iluminación?	26,8	<b>31,4</b>	<i>0,0</i>	21,7
c) falta de espacio para la enseñanza (p.e. salas de clases)?	29,9	<b>35,2</b>	<i>0,0</i>	25,6

#### Notas:

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional.

Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Basados en la percepción de los directores, los resultados indican que el 27% de los estudiantes de 15 años es afectado por el mal estado de la infraestructura de los centros educativos. De igual forma, el 27% de los estudiantes ve su aprendizaje perjudicado por los deficientes sistemas de iluminación del centro, mientras que la falta de espacio para la enseñanza afecta a un 30% de los estudiantes de 15 años. Estos resultados superan a los porcentajes observados en la región, lo cual indica que en el Perú un porcentaje mayor de estudiantes ve afectado su aprendizaje por la calidad y disponibilidad de los recursos físicos desde la perspectiva de los directores.

Al analizar los resultados del Perú según tipo de centro, se observa que son los directores de los centros educativos estatales los que perciben, en mayor medida, este perjuicio de los recursos físicos existentes en el aprendizaje de sus estudiantes; por su parte, ningún director de los centros educativos no estatales reporta que estas condiciones afectan bastante o mucho el desempeño de sus estudiantes, resultado que podría estar vinculado con el hecho de que estos centros, al disponer de mayores recursos, podrían contar con mejores instalaciones.

Respecto de los recursos educativos en los centros, según la percepción de los directores, más de dos tercios de los estudiantes peruanos se ven afectados por la inadecuada o insuficiente provisión de diversos recursos educativos. Estos porcentajes son significativamente mayores en los centros educativos estatales que en los no estatales.

Tanto para los recursos físicos como para los educativos, el porcentaje de estudiantes cuyo aprendizaje es afectado por la escasez o inadecuación de los mismos es mayor en el país que en el promedio de la región, lo cual indica el mayor impacto que ejercen la deficiencia e inadecuación de los recursos en el aprendizaje de los estudiantes peruanos desde el punto de vista de los directores.

#### Cuadro 4.2. Preguntas sobre la calidad de los recursos educativos del centro educativo

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado por...

	Bastante / Mucho			
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	Promedio región
a) falta de materiales didácticos (p.e. libros de textos)?	64,5	<b>73,2</b>	<b>14,6</b>	35,2
b) insuficiente cantidad de computadoras para enseñar?	78,6	<b>87,1</b>	<b>28,9</b>	62,4
c) falta de material educativo para la biblioteca?	72,8	<b>81,9</b>	<b>17,1</b>	46,1
d) falta de recursos audiovisuales para la enseñanza?	75,8	<b>83,0</b>	<b>31,0</b>	50,3
e) equipamiento inadecuado en el laboratorio de ciencias?	61,5	<b>66,3</b>	<b>34,1</b>	57,8
f) inadecuadas facilidades para enseñar artes plásticas?	68,1	<b>74,2</b>	<b>30,3</b>	57,0

#### Notas:

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional.

Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

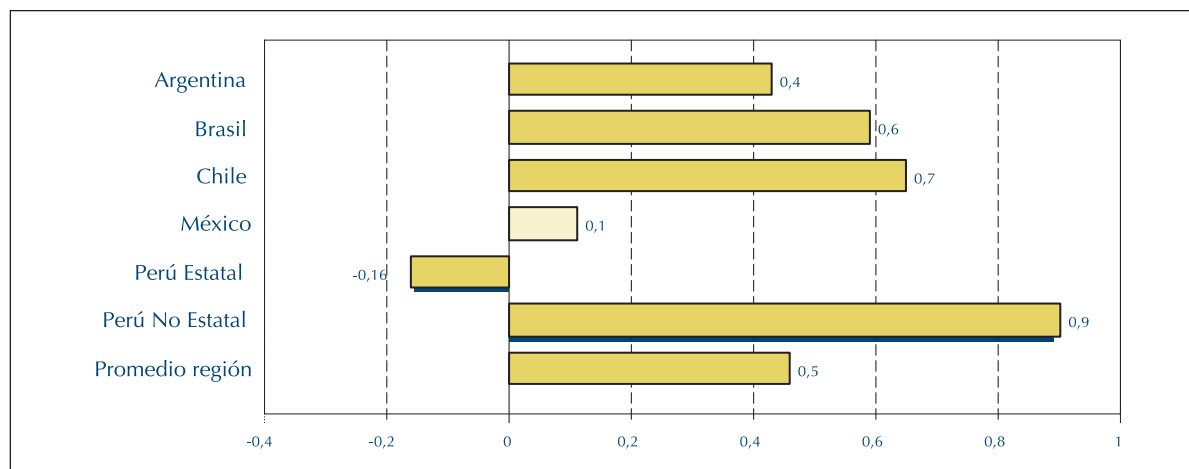
**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Los resultados presentados en los cuadros anteriores son ilustrados en el gráfico 4.1, en el cual se presenta el índice de recursos educativos y de infraestructura promedio por país. El índice<sup>34</sup>, que ha sido calculado sobre la base de las respuestas de los directores acerca del obstáculo que representa la calidad de los recursos físicos y educativos en el aprendizaje de los estudiantes, toma valores entre 1 y 4, donde los valores más altos indican una percepción positiva respecto del efecto de la calidad de los recursos sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Como se observa en el gráfico 4.1, el valor promedio del índice en el Perú es significativamente menor respecto de los observados en el resto de los países, excepto México, lo cual indica que los directores del país perciben que la disponibilidad, pertinencia y calidad de los recursos físicos y educativos afectan en mayor medida el aprendizaje de los estudiantes en comparación con los demás países de la región.

34. La definición del índice de recursos educativos y de infraestructura del centro educativo y su cálculo se presentan en el anexo 26.

**Gráfico 4.1. Diferencias entre el valor promedio del índice de recursos educativos y de infraestructura de los países de la región y el valor promedio nacional**



Los valores promedio de los índices están expresados como diferencias respecto del valor promedio del índice de Perú.

■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Las barras sombreadas indican diferencias significativas al 95% de confianza entre los centros estatales y los no estatales.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

De otro lado, el promedio del índice en los centros educativos estatales es significativamente menor que el índice promedio de los centros educativos no estatales, lo cual evidencia la mayor desventaja que representa para los estudiantes del sector público la baja calidad de los recursos del centro educativo según la percepción de los directores.

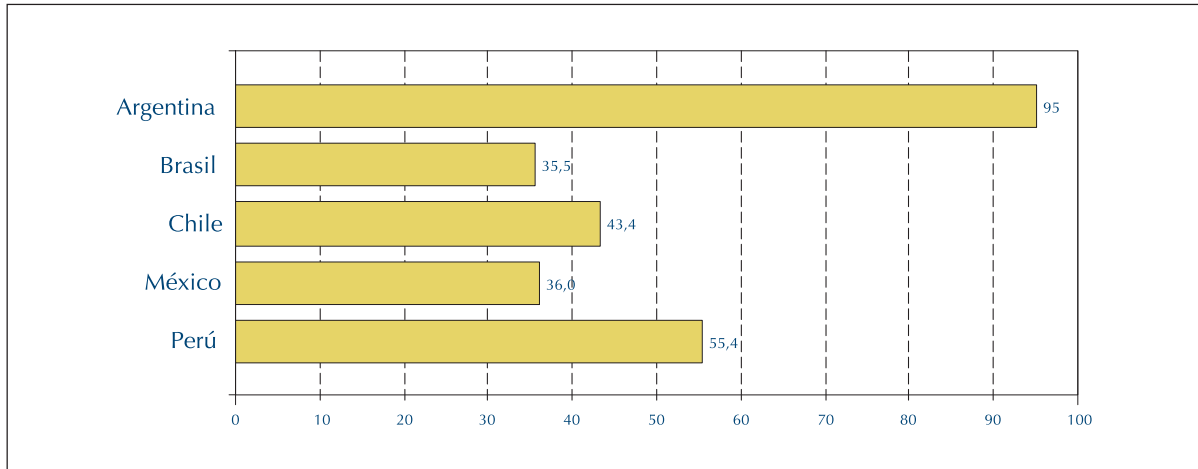
Los gráficos que a continuación se presentan muestran las diferencias en el rendimiento entre los estudiantes de los centros educativos donde los directores declaran que la escasez de recursos afecta "Poco / Nada" el aprendizaje de los estudiantes, y los estudiantes de los centros educativos cuyos directores opinan que la escasez de estos recursos afecta "Bastante / Mucho"<sup>35</sup>. En los gráficos, el tamaño de la barra ilustra el tamaño de la brecha de rendimiento entre estos grupos de estudiantes.

Como se observa en los gráficos 4.2 y 4.3, tanto en alfabetización matemática como científica, se encuentran diferencias en el desempeño de los estudiantes según el grado en el que la escasez de recursos materiales perjudica su aprendizaje desde la perspectiva del director. En este aspecto, se observa que los estudiantes cuyo director opina que esta escasez afecta poco o nada el aprendizaje de sus alumnos obtuvieron mejores resultados. Este hecho indica que existe una relación inversa entre la percepción del perjuicio de la escasez e inadecuación de los recursos físicos y educativos, y el nivel de desempeño de los estudiantes en ambos campos de evaluación. Es decir, los estudiantes de aquellos centros donde el director percibe que el aprendizaje es afectado en gran medida por las condiciones de los recursos son aquellos estudiantes que obtuvieron el menor desempeño.

35. Los centros educativos con un valor del índice mayor a dos fueron clasificados como aquellos en los que la escasez de recursos afectaba "Bastante / Mucho" el aprendizaje de los estudiantes. Para el resto de valores, los centros educativos fueron clasificados como aquellos en los que la escasez de recursos afectaba "Poco / Nada" el aprendizaje de los estudiantes. El valor del índice va de 1 a 4.



**Gráfico 4.2. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización matemática según valores del índice de recursos educativos e infraestructura**



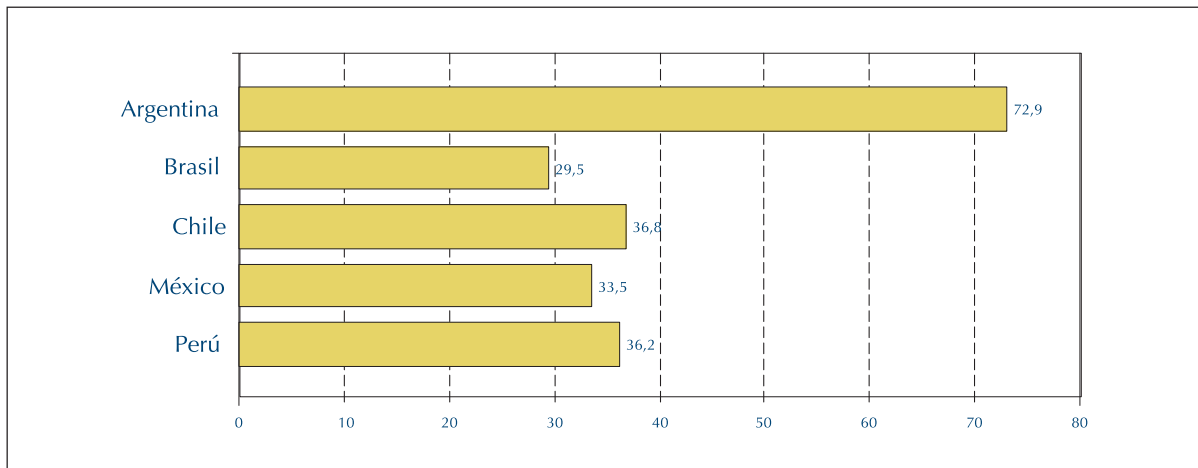
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.3. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización científica según valores del índice de recursos educativos e infraestructura**



**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 1.2. Recursos humanos de los centros educativos

Dada la necesidad de los centros educativos de contar con un personal adecuado y calificado para brindar una educación de calidad, el estudio PISA preguntó a los directores de los centros educativos en qué medida la escasez y la inadecuación de profesores afectaban el aprendizaje de los estudiantes de 15 años en sus centros educativos.

En el cuadro 4.3, se presenta el conjunto de preguntas planteadas a los directores de los centros educativos que participaron en el estudio PISA, ante las cuales el director podía responder “nada”, “poco”, “bastante” o “mucho”. Los resultados presentados en el cuadro corresponden al porcentaje de estudiantes que estudian en centros educativos donde el director identifica que la escasez e inadecuación de docentes afectan “Bastante / Mucho” al aprendizaje de sus estudiantes.

Como se observa en la tabla, en comparación con el promedio de la región, un mayor porcentaje de estudiantes peruanos ve perjudicado su aprendizaje debido a la escasez de docentes en general, según la percepción de los directores.

En el cuadro, se observa que, en el Perú, es la escasez y la inadecuación de los profesores de ciencias naturales los factores que afectan a un mayor porcentaje de estudiantes, según la opinión de los directores. Así, mientras que la falta e inadecuación de profesores en general o de Lenguaje y Matemática afectan el aprendizaje de entre un 12% a 19% de los estudiantes de 15 años, un 34% de estos es afectado por la escasez e inadecuación de docentes de Ciencias Naturales según la opinión de los directores, porcentaje que es significativamente mayor que el observado en el promedio de la región (17,5%).

### Cuadro 4.3. Preguntas sobre la escasez e inadecuación de docentes en el centro educativo

En su centro educativo, ¿el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado porque...

	Bastante / Mucho			Promedio región
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	
a) los profesores son escasos o inadecuados?	18,7	<b>21,0</b>	5,9	17,2
b) los profesores de Lenguaje son escasos o inadecuados?	11,6	11,9	<b>9,9</b>	12,2
c) los profesores de Matemática son escasos o inadecuados?	12,3	<b>13,9</b>	2,8	14,8
d) los profesores de Ciencias Naturales (Biología, Física, Química) son escasos o inadecuados?	34,4	<b>36,9</b>	<b>19,5</b>	17,5

#### Notas:

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional.

Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

El obstáculo que representa la falta de docentes de Ciencias Naturales adecuados para el aprendizaje de los estudiantes se observa tanto en los centros educativos estatales como en los no estatales del Perú. Así mismo, el porcentaje de estudiantes que ve afectado su aprendizaje por la falta de docentes calificados de Ciencias Naturales en los centros educativos estatales es mayor que en los

no estatales, lo cual indica que la opinión de los directores del sector público es más desfavorable respecto del efecto de la escasez e inadecuación de estos docentes en el aprendizaje de sus alumnos.

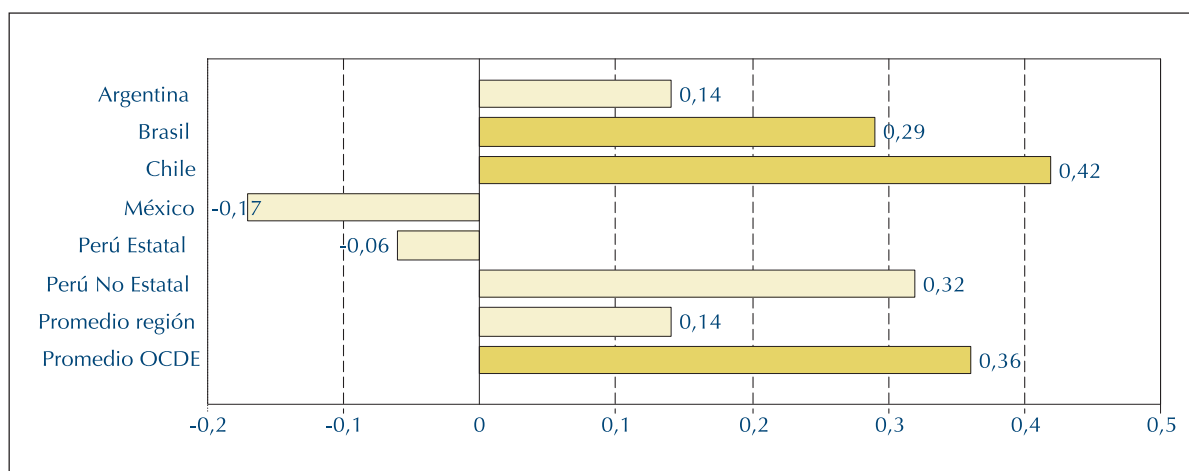
De la misma manera, la escasez de docentes, en general, y de Matemática, en particular, es vista como un obstáculo para el apren-

dizaje de un mayor porcentaje de estudiantes en los centros educativos estatales en comparación con los no estatales. Esta situación podría estar relacionada con los diferentes grados de escasez e inadecuación de personal entre estos tipos de centros educativos.

Sobre la base de las preguntas mostradas en el cuadro 4.3, se construyó el índice de escasez de profesores, cuyos valores más altos indican que los directores perciben que la escasez o inadecuación de los docentes no afecta en gran medida el aprendizaje de los estudiantes de 15 años.

El gráfico 4.4 muestra el valor de las diferencias entre el valor promedio del índice para cada uno de los países de la región y el promedio nacional<sup>36</sup>. Además, presenta las diferencias entre el valor promedio del índice de la región y el de los países desarrollados (OCDE) respecto del valor del promedio del índice para el Perú. Así, las barras positivas o negativas indican, respectivamente, promedios del índice por encima o por debajo del índice promedio nacional.

**Gráfico 4.4. Diferencias del valor promedio del índice de escasez e inadecuación de docentes respecto del valor promedio del índice del Perú**



**Notas:**

Los valores promedio de los índices están expresados como diferencias respecto del valor promedio del índice de Perú.

■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

En el gráfico, se observa que, en opinión de los directores de Brasil, Chile y los países de la OCDE, la escasez y la inadecuación de los docentes afectan en menor grado el aprendizaje de los estudiantes de 15 años en comparación con la opinión de los directores peruanos, semejante esta última a la de los directores de Argentina y México.

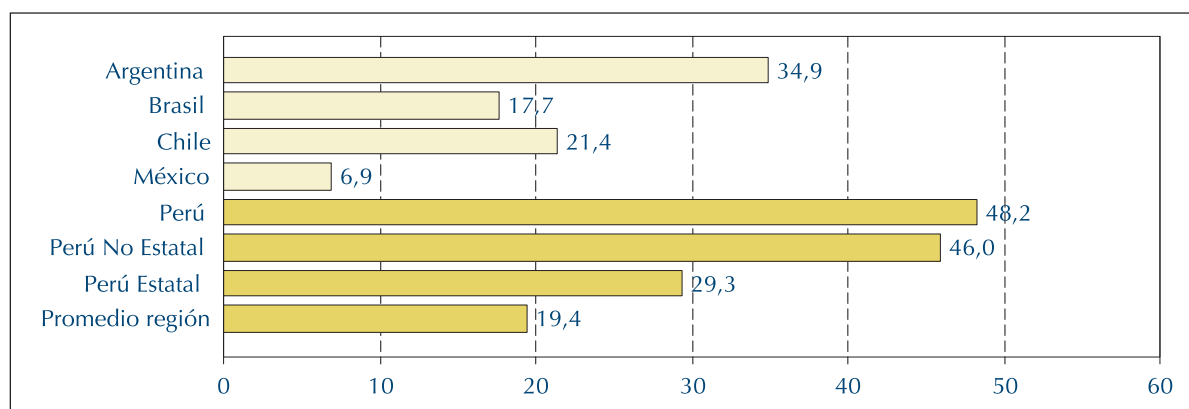
De otro lado, aunque existen diferencias en las opiniones de los directores de los centros educativos estatales y no estatales en lo que se refiere al efecto de la escasez e inadecuación de los docentes de las diferentes áreas de en-

señanza (ver cuadro 4.3), el gráfico 4.4 indica que, en conjunto, estos problemas son similares en ambos tipos de centros educativos, según la opinión de sus respectivos directores.

Los gráficos siguientes muestran las diferencias en el rendimiento promedio de los estudiantes entre el cuartil superior y el inferior del índice para cada campo de alfabetización.

36. El valor de los índices se centró en el valor promedio del índice de Perú.

**Gráfico 4.5. Diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de escasez e inadecuación de docentes**



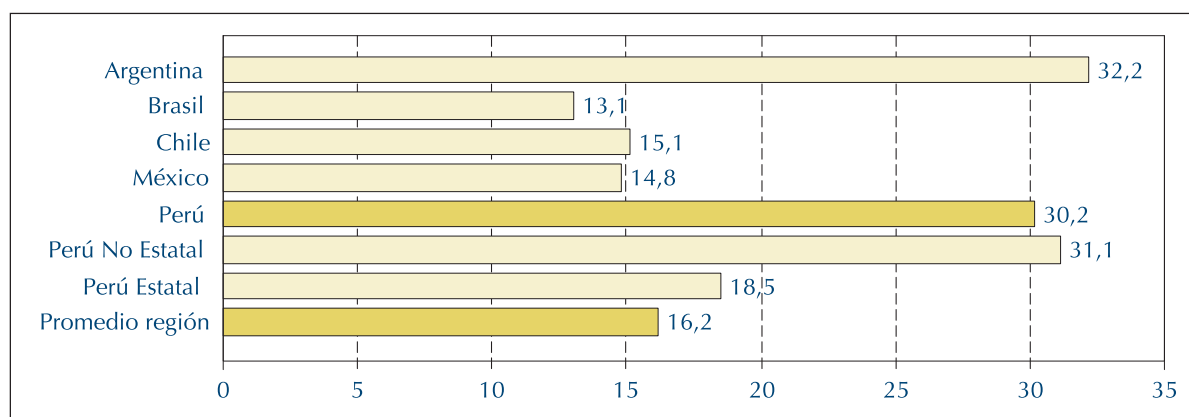
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.6. Diferencias en el rendimiento en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de escasez e inadecuación de docentes**



**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

En la mayoría de países, no se observa una relación entre el rendimiento de los estudiantes y la percepción de los directores sobre el perjuicio que generan la escasez e inadecuación de docentes en el rendimiento de los estudiantes tanto en alfabetización matemática como científica. Así, tal como se observó en los gráficos 4.5 y 4.6, de todos los países de la región que participaron en el estudio solo el Perú muestra diferencias significativas en el rendimiento de los estudiantes entre el cuartil superior e inferior del índice tanto en alfabetización matemática como científica (ver anexo 6).

De igual forma, se encuentra que, en los centros educativos estatales y no estatales del país, los estudiantes en el cuartil superior del índice muestran un rendimiento en alfabetización matemática superior al de los estudiantes en el cuartil inferior del índice. Este resultado indica que, en ambos tipos de centro educativo, existe una relación inversa entre el rendimiento de los estudiantes y la opinión de los directores respecto del perjuicio en el aprendizaje ocasionado por la escasez e inadecuación de los docentes.

## 2. Clima escolar del centro educativo y del aula

Las características relacionadas con el entorno y las relaciones sociales entre los actores que participan en el sistema educativo pueden favorecer u obstaculizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por este motivo, la investigación educativa señala que un clima escolar donde prevalece la cooperación, el respeto y la disciplina favorece el aprendizaje de los estudiantes.

Dada la importancia del ambiente del centro educativo en el aprendizaje de los estudiantes, el estudio PISA indagó acerca de los factores relacionados con los estudiantes y con los docentes que afectan el clima del centro y del aula, y que, por tanto, podrían dificultar el aprendizaje de los estudiantes.

### 2.1. Factores que afectan el clima del centro relacionados con los estudiantes

En cuanto a factores relacionados con los estudiantes, se preguntó a los directores de los centros educativos acerca del grado en que la inasistencia, la indisciplina, la falta a clases, la falta de respeto de los alumnos hacia los profesores, el uso de alcohol y drogas, y la intimidación o agresión entre los estudiantes

afectaban el aprendizaje de los mismos. Ante estas preguntas, el director podría responder “nada”, “poco”, “bastante” o “mucho”.

El cuadro 4.4 muestra las preguntas aplicadas a los directores y el porcentaje de estudiantes de 15 años que se encuentran estudiando en los centros educativos cuyos directores opinaron que estos factores afectaban “Bastante / Mucho” el rendimiento de los estudiantes.

De los resultados, se desprende que los directores peruanos opinan que dichos factores afectan en menor medida el aprendizaje de sus estudiantes en contraste con la opinión de los otros directores de la región. No obstante, esto no se observa en el caso del factor relativo a la inasistencia de los alumnos a clases; en este caso, el porcentaje de estudiantes que ve afectado su rendimiento es mayor en el Perú que en la región, según la percepción de los directores.

Si bien el porcentaje de estudiantes peruanos que asisten a centros educativos donde la inasistencia perjudica su rendimiento, según la opinión de los directores, es menor que el porcentaje observado en la región, cabe resaltar que dicho porcentaje es considerablemente alto (39%).

**Cuadro 4.4. Preguntas sobre el clima en el centro relativo a factores vinculados con los estudiantes**

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado por...

	Bastante / Mucho			Promedio región
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	
a) inasistencias de los alumnos?	38,8	<b>42,1</b>	<b>19,3</b>	<b>44,1</b>
b) indisciplina de los alumnos en clase?	18,2	17,5	<b>22,5</b>	<b>28,7</b>
c) alumnos que faltan a clases?	40,4	<b>44,4</b>	<i>17,2</i>	<b>30,5</b>
d) falta de respeto de los alumnos a los profesores?	5,2	4,5	<b>9,2</b>	<b>13,5</b>
e) consumo de alcohol o drogas?	4,4	4,2	5,6	<b>9,6</b>
f) alumnos que intimidan o agreden a los estudiantes?	7,1	7,9	<b>2,4</b>	<b>13,7</b>

#### Notas:

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional.

Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Según el tipo de centro educativo (estatal / no estatal), se observa que la percepción de los directores difiere bastante. Así, mientras que los directores de los centros educativos estatales opinan que los principales factores que perjudican el aprendizaje son la inasistencia y la falta a clases, para los directores de los centros no estatales, lo es la indisciplina en clase. Esta distinción da cuenta de los problemas particulares que enfrentan los directores en ambos tipos de centro educativo.

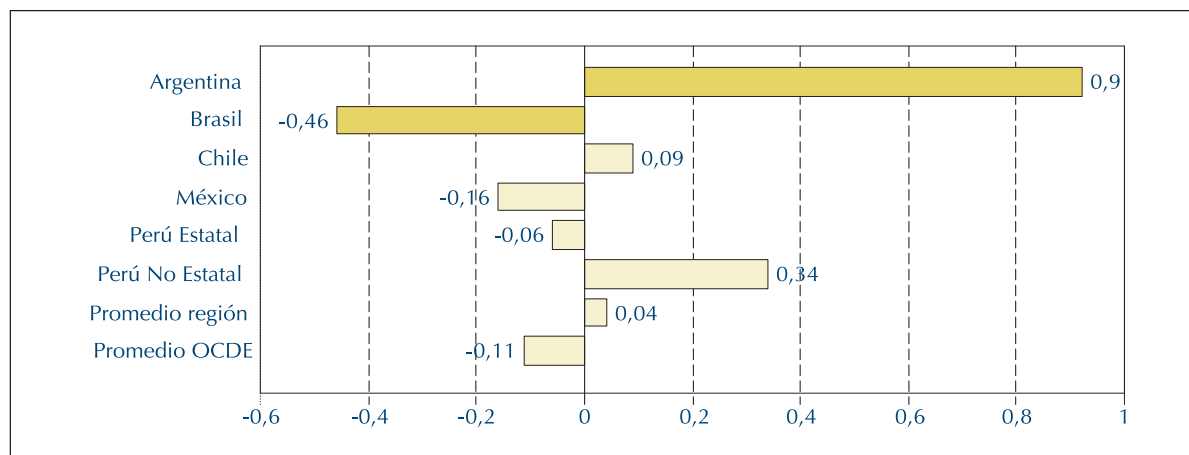
A partir de estas preguntas, se construyó el índice del clima de disciplina escolar de los estudiantes, cuyos valores más altos indican un clima favorable. Los índices de cada país, de la región y de la OCDE han sido centrados en el promedio del índice del Perú. De esta manera, el gráfico 4.7 muestra las diferencias entre el promedio de los índices en estos ámbitos y el del Perú, donde diferen-

cias positivas o negativas indican, respectivamente, una mejor o peor percepción del clima por parte de los directores de un determinado país en comparación con los del Perú.

Como se observa en el gráfico 4.7, según la percepción de los directores, el clima en el Perú, relativo a las características de los estudiantes, es menos favorable que el clima en los centros educativos de Argentina, equivalente al de Chile y México, y considerablemente mejor que el de Brasil.

Según el tipo de centro educativo, no se encontraron diferencias significativas entre los índices promedio de los centros educativos estatales y los no estatales, lo cual indica que el clima en ambos tipos de centro, en lo referente a los factores relacionados con los estudiantes, es visto por sus respectivos directores de manera similar.

**Gráfico 4.7. Diferencias entre el valor promedio del índice de clima en el centro educativo a partir de factores vinculados con el estudiante y el valor promedio del índice del Perú**



**Notas:**

■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Como se observa en los gráficos 4.8 y 4.9, respecto de la relación entre la percepción del clima por parte de los directores y el desempeño de los estudiantes en las pruebas de rendimiento, en todos los países, con excepción de México, los estudiantes ubicados en el cuartil superior del índice obtienen un promedio en la escala de alfabetización matemática y científica superior a aquellos es-

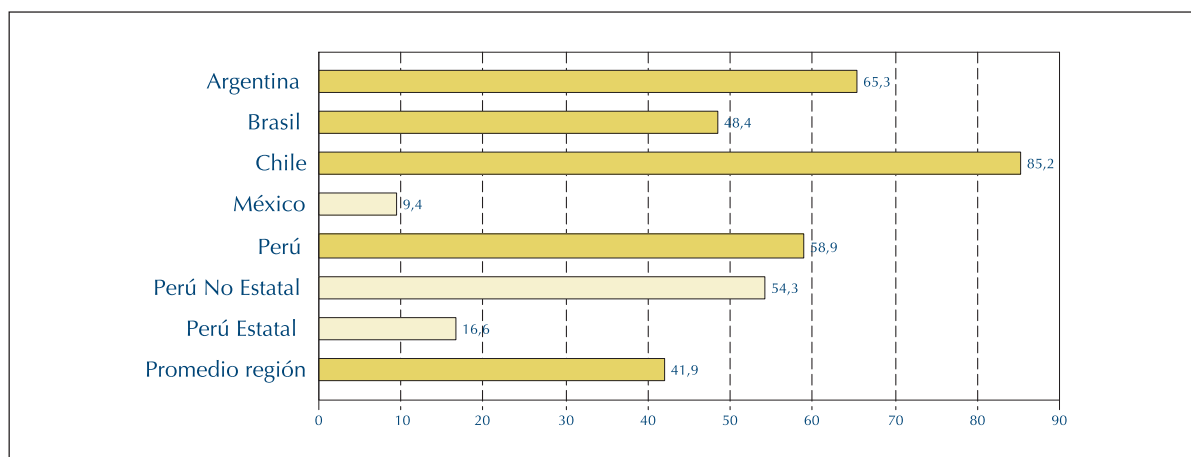
tudiantes en el cuartil inferior del índice. Este hecho indica que, cuanto más favorable es la percepción de los directores respecto del clima del centro relativo a los factores de los estudiantes, mejor es el desempeño de estos y viceversa.

Para el caso específico del Perú, si bien en el nivel nacional existen diferencias significa-

tivas en el rendimiento en alfabetización matemática y científica entre los estudiantes según cuartiles del índice, tales diferencias no resultan ser significativas al controlar el tipo de centro educativo. De allí que se pueda

suponer que las diferencias en el rendimiento a nivel nacional según cuartiles del índice estén determinadas por las diferencias en el desempeño de los estudiantes de 15 años según tipo de centro educativo.

**Gráfico 4.8. Diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de clima relativo a los factores del estudiante**



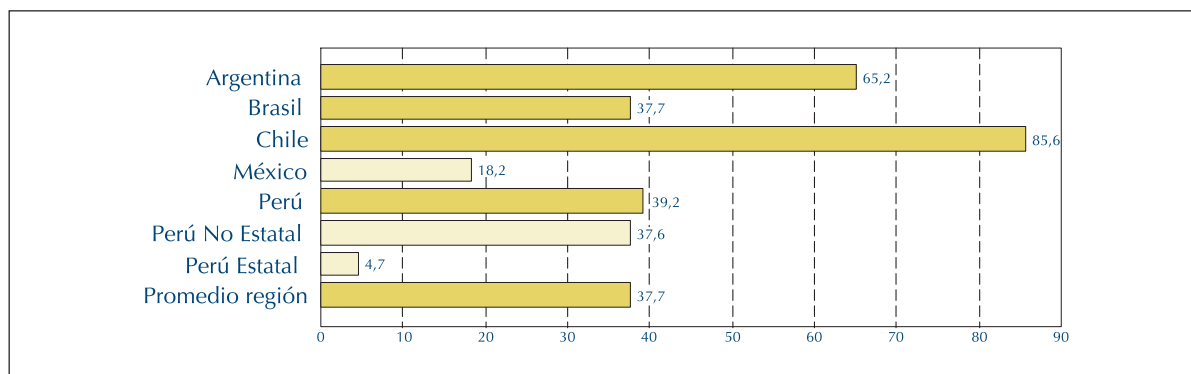
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.9. Diferencias en el rendimiento en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de clima relativo a los factores del estudiante**



**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 2.2. Factores que afectan el clima escolar del centro educativo relacionados con los docentes

Del mismo modo que los vinculados con el estudiante, algunos factores vinculados con los docentes pueden afectar el clima en el

aula y en el centro educativo, y, con ello, el aprendizaje de sus estudiantes. Para obtener esta información, el estudio PISA preguntó a los directores acerca de su percepción respecto de cuánto afectaban las características relacionadas con la actitud y participación de los docentes en el aprendizaje de los

estudiantes. Ante estas preguntas, el director podía contestar “nada”, “poco”, “bastante” o “mucho”.

Según los resultados del cuadro 4.5, los factores relativos a los docentes afectan el aprendizaje de un porcentaje de estudiantes peruanos que es menor al observado en la región, según la percepción de los directores. Esta situación cambia en el caso de la desatención de las necesidades individuales de los estudiantes, hecho que afecta al 31% de los estudiantes peruanos, porcentaje considerablemente mayor al observado en la región (27%).

Cabe indicar que, si bien el porcentaje de estudiantes que ve perjudicado su aprendizaje por la resistencia de los docentes al cambio es menor en el Perú que en la región, según la opinión de los directores, este involucra al 30% de los estudiantes peruanos de 15 años, porcentaje no desdeñable.

Según el tipo de centro educativo, se observa que, mientras en los no estatales cerca de un tercio de los estudiantes de 15 años se ve afectado por la resistencia de los profesores al cambio, en los centros educativos estatales este porcentaje es significativamente menor (17%).

De acuerdo con la percepción de los directores, un porcentaje mayor de estudiantes en los centros educativos no estatales ve afectado su aprendizaje debido a la falta de atención a sus necesidades individuales (32%) y a las bajas expectativas de sus profesores (19%). Por su parte, en los centros educativos estatales, el porcentaje de estudiantes cuyo aprendizaje se ve perjudicado por las malas relaciones entre alumnos y profesores es de 7%. Aunque bajo, este porcentaje es mayor que el observado en los centros educativos no estatales (5%).

**Cuadro 4.5. Índice de características del docente que afectan el aprendizaje de los estudiantes**

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado por....

	Bastante / Mucho			Promedio región
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	
a) bajas expectativas de los profesores?	18,6	<b>16,6</b>	18,9	<b>21,7</b>
b) malas relaciones entre alumnos y profesores?	5,1	<b>6,8</b>	4,8	<b>7,1</b>
c) profesores que no atienden las necesidades individuales de los alumnos?	31,0	<b>25,4</b>	31,9	<b>26,9</b>
d) inasistencia de los profesores?	12,5	12,0	12,6	<b>26,0</b>
e) la resistencia de los profesores al cambio?	30,2	<b>16,8</b>	32,6	<b>32,0</b>

**Notas:**

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional.

Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Sobre la base de estas preguntas, se construyó el índice de clima relativo a las características del docente, cuyos valores más altos indican un menor perjuicio de este clima en el aprendizaje de los estudiantes desde la perspectiva del director. Los índices de cada país, de la región y de la OCDE han sido centrados en el promedio del índice de Perú. De esta manera, el gráfico muestra las diferencias entre los ín-

dices en estos ámbitos y el del país. Las diferencias positivas o negativas indican respectivamente una mejor o peor percepción del clima por parte de los directores de un determinado país en comparación con la de los directores peruanos.

En el gráfico 4.10, se observa que los directores peruanos perciben, en mayor medida que



sus pares de Brasil y de los países desarrollados, que el clima escolar relacionado con los factores del docente dificulta el aprendizaje de los estudiantes. Por su parte, los directores mexicanos tienen una opinión más negativa del efecto de este clima en el aprendizaje de los alumnos en comparación con la de los directores peruanos.

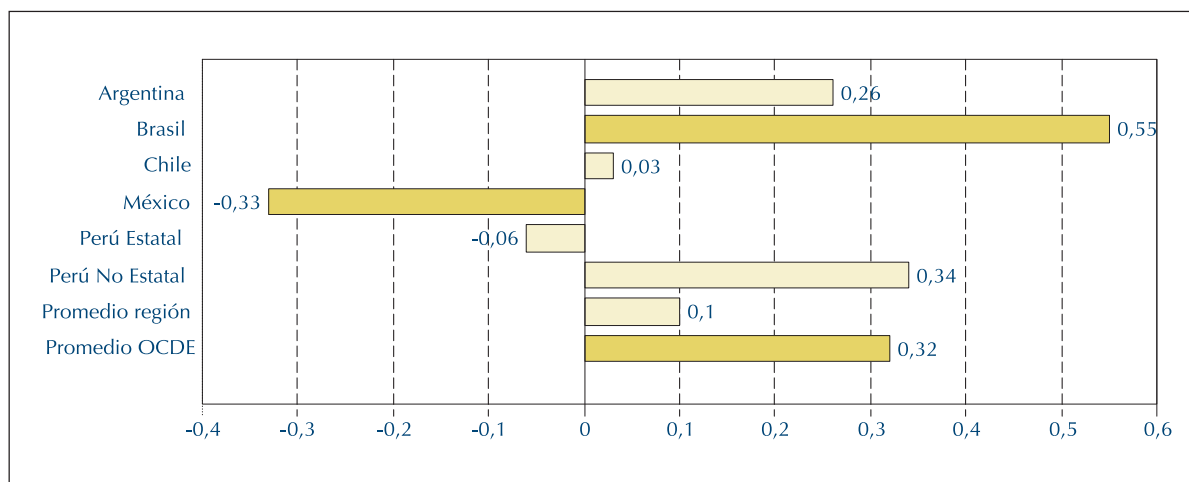
Según tipo de centro educativo, no se encontraron diferencias en el índice en el interior del país. Es decir, en promedio, tanto los directores de los centros estatales como los de los no estatales perciben de la misma forma el efecto de estos factores de los docentes en el clima escolar del centro y, por tanto, en el aprendizaje de los estudiantes.

Respecto de la relación entre este índice y el desempeño de los estudiantes, como se observa en los gráficos 4.11 y 4.12, tanto en alfabetización matemática como científica, se encuentran diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes según cuarti-

les del índice de clima escolar relativo a los docentes en Argentina, Brasil y Chile, y en el promedio de la región. Sin embargo, en el Perú, estas diferencias no son significativas, lo que indica que los estudiantes peruanos en los cuartiles superior e inferior del índice obtienen un desempeño semejante tanto en alfabetización matemática como científica. Este hecho muestra la poca relación que hay entre la opinión de los directores peruanos respecto de los factores que afectan el clima en la escuela relacionados al docente y el aprendizaje de los estudiantes.

No obstante, en cuanto a los centros educativos no estatales peruanos, se encuentran diferencias significativas entre el desempeño de los estudiantes en el cuartil superior y el inferior del índice de clima relativo a los factores de los docentes. Estas diferencias indican que en estos centros educativos sí existe una relación entre la percepción de los directores acerca de los factores vinculados con los docentes y el desempeño de los estudiantes.

**Gráfico 4.10. Diferencias del valor promedio del índice de clima escolar en el centro relativo a factores del docente respecto del valor promedio del índice del Perú**



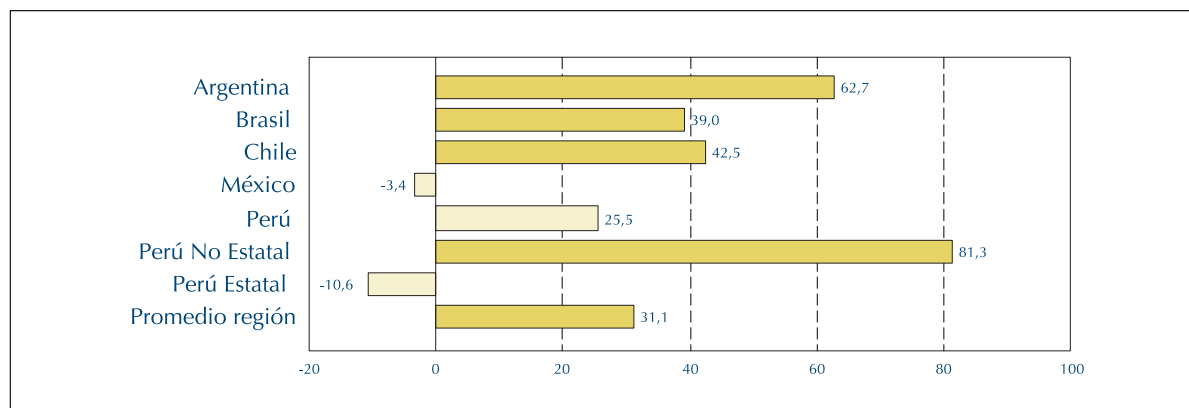
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.11. Diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de clima relativo a los factores del docente**



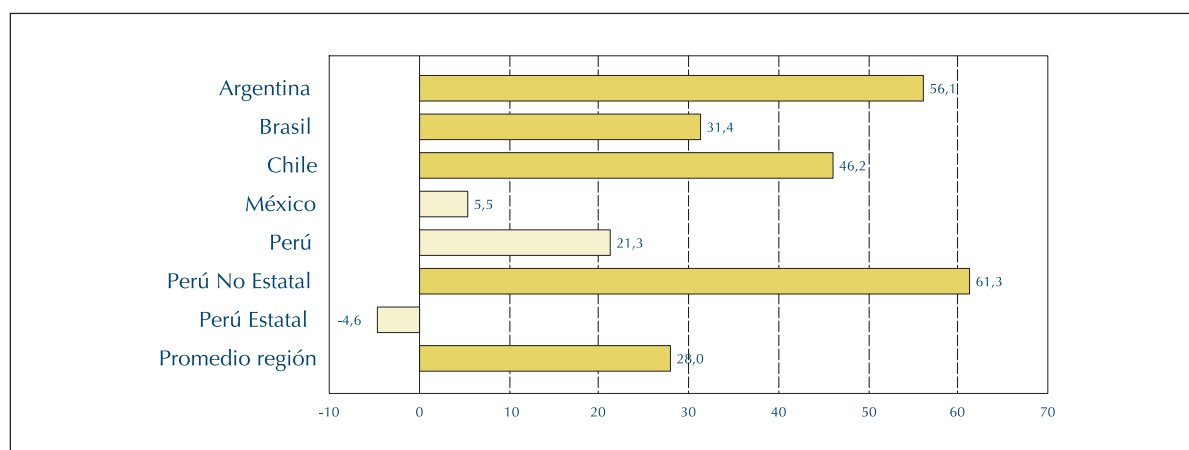
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.12. Diferencias en el rendimiento en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de clima relativo a los factores del docente**



**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

### 3. Características personales del docente

Además de indagar sobre los recursos y el clima del centro, el estudio PISA indagó acerca de algunas características de los docentes de los centros educativos que podrían estar afectando el aprendizaje de los estudiantes. Estas características se centraron en aspectos relacionados con el entusiasmo y el compromiso de los docentes con sus alumnos y con su trabajo.

Para recoger información acerca de estas características de los docentes, el estudio PISA preguntó a los directores acerca de su grado de acuerdo respecto del entusiasmo y dedicación de los profesores hacia los estudiantes. Ante estas preguntas, el director podía responder “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “de acuerdo” o “muy de acuerdo”.

### 3.1. Entusiasmo y compromiso del docente

Respecto de algunas características personales de los docentes, los directores muestran estar “de acuerdo” y “muy de acuerdo” en que la moral de los docentes es alta entre los que laboran en los centros educativos del país. Así, un 90% de los estudiantes de 15 años estudia en centros donde el director percibe que los profesores tienen una moral alta<sup>37</sup>, porcentaje que es significativamente mayor al observado en los demás países de la región.

Sin embargo, en lo que respecta al entusiasmo que muestran al trabajar, el orgullo que sienten por su centro educativo y la importancia que otorgan al logro académico de sus

estudiantes, los directores de la región muestran una opinión más positiva que la observada por sus pares en el Perú. Así, el porcentaje de estudiantes cuyos profesores poseen estas características, según la opinión de sus directores, es mayor en los centros educativos de la región que en el país.

Según el tipo de centro educativo, se observa que los directores de los centros educativos no estatales perciben en mayor grado las características positivas de los docentes. Así, el porcentaje de estudiantes de 15 años que gozan de docentes entusiastas, orgullosos de su centro, con alta moral y empeñados por el logro resulta significativamente mayor en centros no estatales que en estatales.

#### Cuadro 4.6. Índice de entusiasmo y compromiso de los docentes

Piense en los profesores de su centro educativo. ¿En qué medida está Ud. de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones?

	Bastante / Mucho			Promedio región
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	
a) La moral de los profesores en este centro educativo es alta.	90,4	89,5	95,6	82,4
b) Los profesores trabajan con entusiasmo.	84,9	83,5	92,7	88,8
c) Los profesores se sienten orgullosos de este centro educativo.	85,8	<b>84,1</b>	<b>95,4</b>	<b>90,6</b>
d) Los profesores les dan mucha importancia a los logros académicos de sus alumnos.	88,8	87,5	95,6	93,1

#### Notas:

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional. Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Sobre la base de estas preguntas, se construyó el índice de entusiasmo y dedicación de los docentes, cuyos valores más altos indican una percepción más positiva de los directores acerca de estas características de los docentes, mientras que los valores más bajos indican lo contrario. Los valores del índice de cada país y el promedio de la región y de la OCDE se presentan como diferencias respecto de la media del Perú. Así, valores positivos o negativos indican, respectivamente, mayores o menores niveles de entusiasmo y dedicación de los docentes en comparación con el promedio del Perú según la percepción de los directores.

37. Conviene señalar que el concepto de *moral* fue manejado subjetivamente por cada director.

En el gráfico 4.13, se observa que los directores de los centros educativos de México perciben un mayor entusiasmo y compromiso de su plana docente que los directores peruanos, mientras que los directores de Chile, Brasil y Argentina perciben estas características de igual forma que sus homólogos peruanos.

En Argentina, Chile y México, se encuentran diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes entre el cuartil superior e inferior del índice de entusiasmo y compromiso de los docentes. Este hecho indica una relación entre la percepción de los directores respecto de estas características de los docentes y el desempeño de sus estudiantes.

En el Perú y Brasil, no se encuentra tal relación.

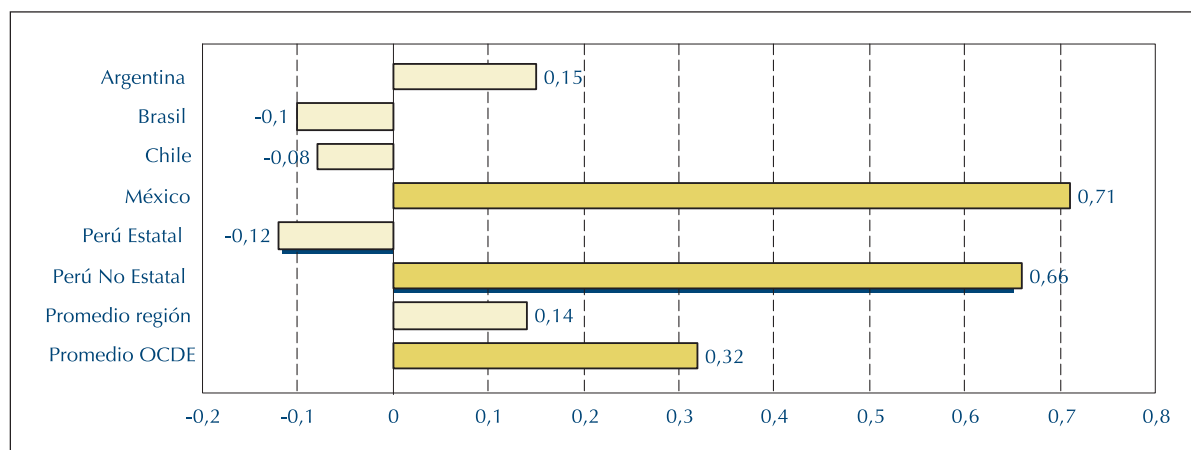
Resultados similares para Argentina y Chile se encuentran en la alfabetización científica, tema en el que se encuentra una relación entre la percepción de los directores respecto de las características de entusiasmo y compromiso de los docentes, y el aprendizaje de los estudiantes. En México, Perú y Brasil, no se aprecia dicha relación.

De igual forma, en el interior del país, no se observan diferencias significativas entre el desempeño de los estudiantes en el cuartil

superior e inferior del índice en los centros educativos estatales y no estatales.

En los gráficos, destacan las diferencias en las opiniones de los directores de los centros educativos estatales y no estatales. Estos últimos tienen una percepción positiva de su plana docente mayor a la de los directores de centros educativos estatales, lo cual da un indicio de las diferencias en el personal de ambos tipos de centro educativo según la opinión de los propios directores.

**Gráfico 4.13. Diferencias del valor promedio del índice de entusiasmo y dedicación del docente respecto del valor promedio del índice del Perú**



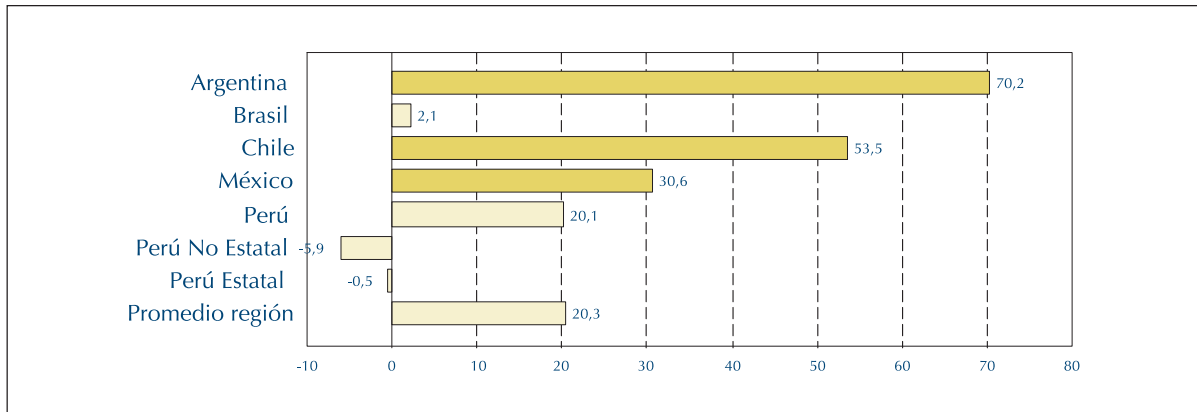
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.14. Diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de entusiasmo y dedicación de los docentes**



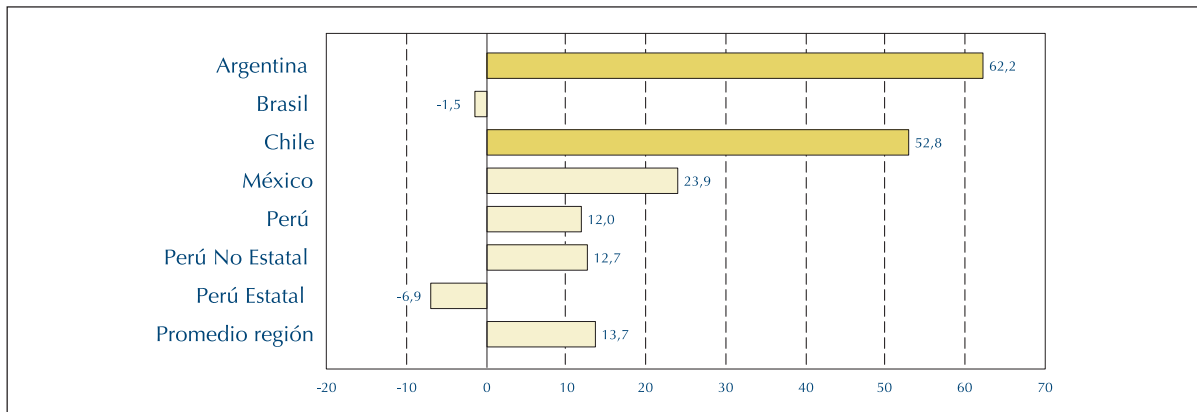
**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 4.15. Diferencias en el rendimiento en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de entusiasmo y dedicación de los docentes**



**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza
- Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa



## 5. CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES Y FAMILIARES DE LOS ESTUDIANTES DE 15 AÑOS

Como ya se mencionó anteriormente, el desempeño del estudiante está influenciado tanto por sus características individuales como por las características de su familia y de la escuela a la que asiste. En esta sección, se analizan algunas características de los estudiantes y sus familias, y su relación con el desempeño obtenido por los alumnos en las pruebas de alfabetización matemática y científica del estudio PISA.

Cabe destacar que los resultados obtenidos en las relaciones analizadas no miden el efecto neto de cada característica atribuida al estudiante sobre el rendimiento, puesto que se basa en un análisis bivariado. Es decir, las relaciones mostradas en esta sección entre las características individuales del estudiante y su rendimiento estarán mediadas por el efecto provocado por otras variables no incluidas en cada análisis bivariado<sup>38</sup>.

Así mismo, es necesario señalar que las frecuencias aquí presentadas se basan en los datos válidos recolectados y que las diferen-

cias a las que nos referiremos fueron calculadas al 95% de confianza.

### 1. Características individuales de los estudiantes de 15 años

#### 1.1. Sexo del estudiante

En las últimas décadas, y gracias a una política de ampliación de la oferta educativa, el sistema educativo peruano ha logrado reducir significativamente las brechas de acceso entre hombres y mujeres en el nivel educativo preescolar, primario y secundario<sup>39</sup>, lo cual demuestra un avance significativo del sistema educativo peruano frente a otros sistemas educativos como el brasileño, que aún presenta brechas a favor de las mujeres en el nivel primario y secundario, y el argentino y chileno que presentan brechas a favor de las mujeres en el nivel secundario (OREALC y Ministerio de Educación de Chile, 2002).

Esta mayor igualdad en el acceso al sistema educativo peruano determina la distribución equitativa de los estudiantes de 15 años por sexo al interior del sistema, así como, en Argentina, Brasil y Chile, la brecha de cobertura a favor de las mujeres determina que la

38. Cuando decimos análisis bivariado, nos referimos al análisis de la relación entre dos variables, en este caso, entre la variable rendimiento y una característica del estudiante en particular. Un análisis del efecto neto de las variables explicativas sobre rendimiento se verá explícitamente cuando utilicemos un análisis multivariado, para lo cual se hará uso de los modelos jerárquicos lineales (ver capítulo 6).

39. Si bien a nivel nacional no existe una brecha de género en el acceso al servicio educativo, al interior de los centros educativos rurales aún se encuentra una brecha a favor de los estudiantes hombres.

matrícula en estos países esté compuesta mayoritariamente por mujeres, tal como se observa en el cuadro 5.1.

**Cuadro 5.1. Distribución de los estudiantes de 15 años que participaron en el estudio PISA según sexo**

	Hombres	Mujeres
Argentina	43,4	56,6
Brasil	46,0	54,0
Chile	47,0	53,0
México	50,0	50,0
Perú	50,1	49,9

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Dado que la igualdad en el acceso no necesariamente garantiza una igualdad en las oportunidades de aprendizaje ofrecidas a estudiantes de ambos géneros y viceversa, los dos gráficos siguientes muestran las diferencias entre el rendimiento promedio de los estudiantes hombres y mujeres de 15 años en las pruebas de alfabetización matemática y científica. En estos gráficos, la longitud de las barras ilustra el tamaño de la brecha de rendimiento entre hombres y mujeres, donde las diferencias positivas indican un mejor desempeño promedio de los estudiantes hombres y las diferencias negativas indican un mejor de-

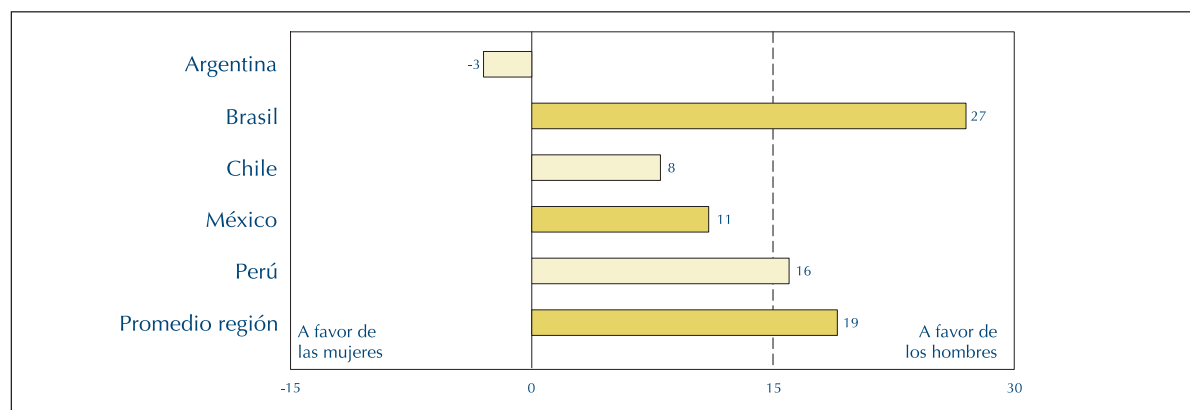
sempeño promedio de las estudiantes mujeres, en ambos dominios.

Como se observa en los gráficos 5.1 y 5.2, no existen diferencias significativas en el desempeño promedio entre los estudiantes hombres y mujeres en Perú, Chile y Argentina, tanto en alfabetización matemática como científica, mientras que en Brasil y México se observan dichas diferencias a favor de los estudiantes hombres solo en alfabetización matemática.

Al comparar los resultados en alfabetización matemática entre la región y los países de la OCDE, se encuentra que la brecha de género de la región (19 puntos) es más grande que la brecha observada en los países desarrollados (11 puntos), lo que sugiere la existencia de una mayor equidad de género en estos últimos.

Dado que la comparación anterior se basa en el cálculo de los rendimientos promedio por género, los cuales no muestran la distribución del rendimiento de los estudiantes, se calcularon los porcentajes de estudiantes hombres y mujeres que obtienen un desempeño por debajo y por encima<sup>40</sup> del promedio nacional para cada uno de los dominios evaluados.

**Gráfico 5.1. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes hombres y mujeres en alfabetización matemática**



**Nota:** Las barras en negrita indican diferencias significativas al 95% de confianza.

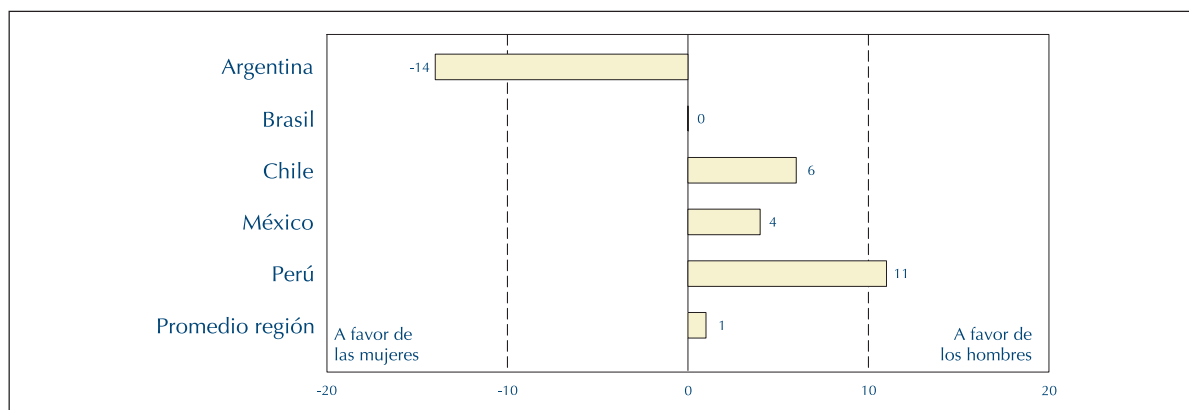
**Fuente:** OECD Base de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

40. Los estudiantes que obtienen un promedio igual o superior al rendimiento promedio nacional están considerados dentro del grupo “por encima del promedio”, tanto en el campo de alfabetización matemática como en el de alfabetización científica.



**Gráfico 5.2. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes hombres y mujeres en alfabetización científica**



**Nota:** Las barras en negrita indican diferencias significativas al 95% de confianza.

**Fuente:** OECD Base de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

En Perú, se ha encontrado que, a nivel nacional y al interior de la escuela estatal y no estatal, hay un mayor porcentaje de estudiantes hombres con un desempeño por encima del rendimiento promedio nacional en comparación con las mujeres, tanto en alfabetización matemática como científica (ver anexo 11).

Al respecto, se ha encontrado que el 52% de estudiantes hombres obtienen rendimientos en alfabetización matemática por encima del promedio nacional, mientras que en el caso de las mujeres dicho porcentaje es de 46%. De otro lado, en alfabetización científica, el 50,5% de los estudiantes hombres de 15 años logran un desempeño por encima del rendimiento promedio nacional en dicho dominio, mientras que en el caso de las estudiantes mujeres el porcentaje es de 45% (ver anexo 11).

A pesar de que las diferencias en el rendimiento promedio –tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica– entre estudiantes hombres y mujeres no son significativas<sup>41</sup>, la distribución de los estudiantes por encima del promedio nacional indican que los hombres poseen mayores posibilidades que las mujeres de ubicarse por encima del promedio nacional.

Por lo expuesto, se concluye que, si bien la brecha de género en el acceso al servicio educativo en el país ha alcanzado la paridad, para lograr una verdadera equidad entre hombres y mujeres en el sistema, aún falta garantizar la igualdad de oportunidades para ambos individuos tanto en los centros educativos estatales como en los no estatales.

## 1.2. Lengua con que el estudiante se comunica en su hogar

El estudio PISA indagó también acerca de la lengua que usaban los estudiantes de 15 años con mayor frecuencia para comunicarse en su hogar.

En muchos países latinoamericanos, coexisten poblaciones culturalmente diferentes y es el idioma una de las características que más los distingue. Entre estos, la población que habla castellano es el grupo más numeroso –excepto en Brasil donde lo es la población que habla portugués–, debido no solo a la extensión de su uso como lengua socialmente dominante sino también debido a que la inmigración hacia las ciudades ha generado que gran parte de la población adopte los patrones culturales del grupo mayoritario, entre estos, el uso de la lengua castellana.

41. Cabe indicar que en alfabetización lectora tampoco se encontraron diferencias significativas entre el rendimiento promedio de hombres y mujeres en el país.

Dado que las pruebas del estudio se elaboraron en la lengua socialmente dominante de los países, la muestra excluyó a los estudiantes que no hablaban dicha lengua en los países. Sin embargo, a pesar de esta exclusión, la muestra de algunos países como Perú y México incluye un grupo de estudiantes que viven en hogares donde la comunicación con sus padres se da en otra lengua. Este hecho evidencia la existencia de grupos étnicos que mantienen fuertemente su identidad y tradición culturales, grupos que, si bien son minoritarios, son importantes en dichos países.

**Cuadro 5.2. Porcentaje de estudiantes de 15 años según la lengua con la que se comunican la mayor parte del tiempo en su hogar**

	Castellano	Otra lengua
Argentina	99,2	0,8
Brasil	99,2	0,8
Chile	99,3	0,7
México	98,3	1,7
Perú	94,7	5,3

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Dado que probablemente estos estudiantes tienen un origen étnico diferente del que tienen los estudiantes que pertenecen al grupo mayoritario, adquirieron como lengua materna una diferente del castellano. Al respecto, cabe señalar que, en el Perú, los estudiantes que tienen una lengua materna que no es el castellano podrían estar enfrentando mayores retos y dificultades en su aprendizaje que los estudiantes hispanohablantes.

Los gráficos 5.3 y 5.4 muestran las diferencias en el desempeño en alfabetización matemática y científica entre los estudiantes que socializan mayormente en sus casas en castellano<sup>42</sup> y los estudiantes que lo hacen en otra lengua. El tamaño de las barras ilustra la magnitud de las diferencias entre ambos grupos, donde las

diferencias positivas indican un mejor desempeño de los estudiantes que hablan mayormente castellano en sus casas y las diferencias negativas indican un mejor desempeño de los estudiantes que emplean otra lengua.

Como se puede ver en ambos gráficos, tanto en Perú como en México, los estudiantes que socializan mayormente en sus hogares en castellano obtienen un mejor desempeño en alfabetización matemática y científica que los que utilizan mayormente otra lengua. Cabe anotar que la brecha entre estos estudiantes es mayor en México que en Perú.

Estos resultados indicarían que los sistemas educativos que atienden a una población multicultural enfrentan aún el reto de lograr la equidad educativa entre los diferentes grupos culturales. Alcanzar esta meta supondrá plantear el diseño de políticas focalizadas que respeten e incorporen las costumbres y patrones culturales de cada grupo étnico.

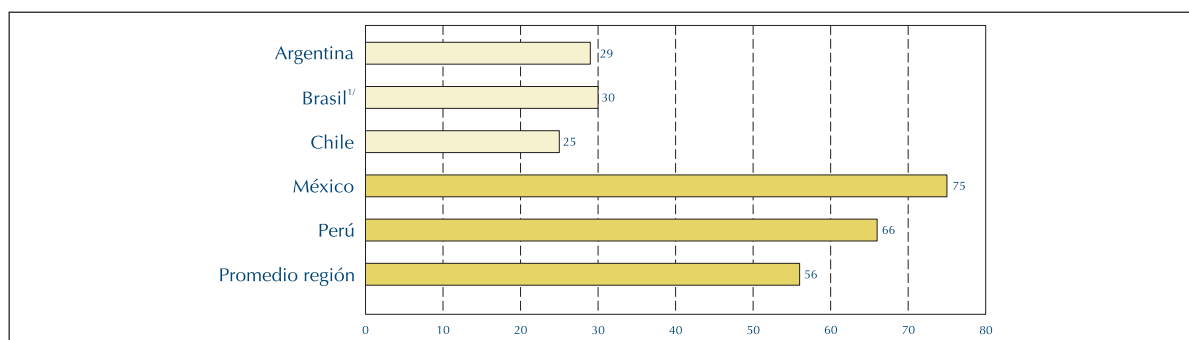
### 1.3. Grado en el que se encuentra el estudiante

Dada la reconocida influencia de la educación en la futura participación laboral del estudiante, así como en el bienestar económico del mismo, uno de los objetivos del sistema educativo es brindar las mismas oportunidades a los individuos para alcanzar dicho bienestar, lo cual implica reducir las brechas en el logro educativo existentes entre los estudiantes. Con este fin, los sistemas educativos latinoamericanos aplicaron, en las últimas décadas, medidas dirigidas al logro de la universalización de la educación primaria, con lo cual se obtuvieron resultados positivos. Sin embargo, en algunos países como Perú, junto con las altas tasas de cobertura se presentan también elevadas tasas de atraso escolar producidas, básicamente, por la repetición y, en menor medida, por el retiro (Ministerio de Educación del Perú, 2002).

Las diferencias entre las tasas de cobertura bruta y neta, en el nivel secundario, permiten visualizar la magnitud del atraso escolar en este nivel (ver cuadro 5.3). Se observa, así, que Perú y Brasil son los países que muestran un mayor porcentaje de alumnos atrasa-

42. En adelante se denominará castellano a la lengua socialmente dominante, haciendo la salvedad de que, en Brasil, la lengua dominante es el portugués. Es importante indicar que la lengua dominante de cada país es la que se usó en la elaboración de las pruebas del estudio PISA.

**Gráfico 5.3. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización matemática según uso del castellano en sus hogares**



1/ En el caso de Brasil es el portugués.

**Notas:**

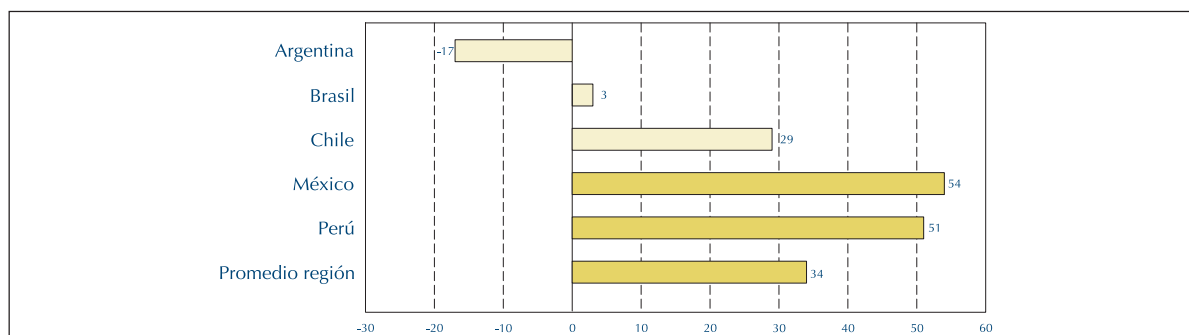
■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Base de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.4. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización científica según uso del castellano en sus hogares**



1/ En el caso de Brasil es el portugués.

**Notas:**

■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

**Fuente:** OECD Base de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

dos en secundaria. Dado que existen menos probabilidades de que un estudiante en extraedad<sup>43</sup> concluya la educación básica, es importante que la política educativa atienda esta situación con el fin de que el problema de extraedad escolar se reduzca significativamente.

Estas altas tasas de atraso en el nivel secundario explican el alto porcentaje de estudiantes de 15 años, en la muestra del estudio, que se encuentran atrasados, principalmente en Perú, México y Brasil. Así, un 47% de los estudiantes peruanos de 15 años se encuentran atrasa-

dos en el sistema<sup>44</sup>, porcentaje que es superior al observado en México (46%), Brasil (42%), Chile (39%) y Argentina (29%).

**Cuadro 5.3. Tasas de cobertura bruta y neta en el nivel secundario**

	Bruta	Neta	Diferencia
Argentina	89,0	74,0	15,0
Brasil	83,0	50,0	33,0
Chile	85,0	70,0	15,0
México	71,0	n.d.	n.d.
Perú	81,0	61,0	20,0

1/ Año de referencia: 1998

**Fuente:** UNESCO/OREALC (2002). Informe Regional. Panorama Educativo de las Américas

44. Cabe indicar que este porcentaje puede ser mayor dado que estas cifras no consideran a los estudiantes de 15 años que se encuentran cursando el nivel primario, dado que estos alumnos no participaron en la evaluación PISA.

43. Estudiantes en extraedad son todos aquellos que se encuentran estudiando en un grado menor al que normativamente les corresponde de acuerdo con su edad.

**Cuadro 5.4. Distribución de los estudiantes de 15 años según grado al que asisten**

	Sétimo	Octavo	Noveno	Décimo	Undécimo	Total
Argentina	2,2	8,4	18,6	<b>70,0</b>	0,9	100,0
Brasil	16,4	25,8	<b>48,9</b>	8,9	0,0	100,0
Chile	2,1	9,6	27,0	<b>61,0</b>	0,2	100,0
México	3,3	11,5	31,5	<b>53,5</b>	0,2	100,0
Perú	8,2	15,2	23,8	<b>43,9</b>	9,1	100,0
Perú Estatal	9,6	17,3	25,6	<b>38,8</b>	8,7	100,0
Perú No Estatal	0,2	2,3	13,4	<b>72,9</b>	11,2	100,0

Los datos en negrita indican la proporción de estudiantes de 15 años que asisten al grado que normativamente le corresponde para cada país.  
Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

El alto porcentaje de estudiantes atrasados en el sistema peruano está determinado principalmente por las altas tasas de atraso en los centros educativos estatales. Así, como se observa en el cuadro 5.4, más de la mitad de los estudiantes peruanos de 15 años de los centros educativos estatales (52,5%) se encuentran cursando un grado menor al que normativamente les corresponde, mientras que en los centros educativos estatales este porcentaje es de solo 16%<sup>45</sup>.

Los gráficos 5.5 y 5.6 muestran las diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática y científica entre los estudiantes que se encuentran cursando el grado que normativamente les corresponde o uno mayor, y aquellos que se encuentran atrasados en el sistema<sup>46</sup>. El tamaño de las barras ilustra la brecha en el desempeño entre ambos grupos de estudiantes, donde un valor positivo representa un mejor desempeño de los estudiantes que cursan como mínimo el grado que normativamente les corresponde.

De los resultados podemos decir que los estudiantes que se encuentran atrasados no solo

tienen la mayor probabilidad de retirarse del sistema, sino que muestran también los desempeños más bajos en las pruebas de rendimiento. Así, en todos los países, se aprecia que los estudiantes que están en el grado que les corresponde o en uno superior obtienen mejores resultados que los que se encuentran atrasados en el sistema, tanto en alfabetización matemática como científica. En este sentido, tomando en consideración las altas tasas de entrada al sistema, una política efectiva que busque reducir el problema de la extraedad, y, con ello, incrementar la probabilidad de que los estudiantes culminen sus estudios en el tiempo correspondiente debe garantizar que las necesidades particulares de estos individuos sean atendidas de manera que se pueda evitar su atraso en el sistema.

#### 1.4. Índice de asistencia y puntualidad

Además de indagar por las características personales y educativas de los estudiantes, el estudio PISA realizó un conjunto de preguntas a los estudiantes de 15 años con el objetivo de analizar sus hábitos de asistencia y puntualidad, y la relación con su desempeño.

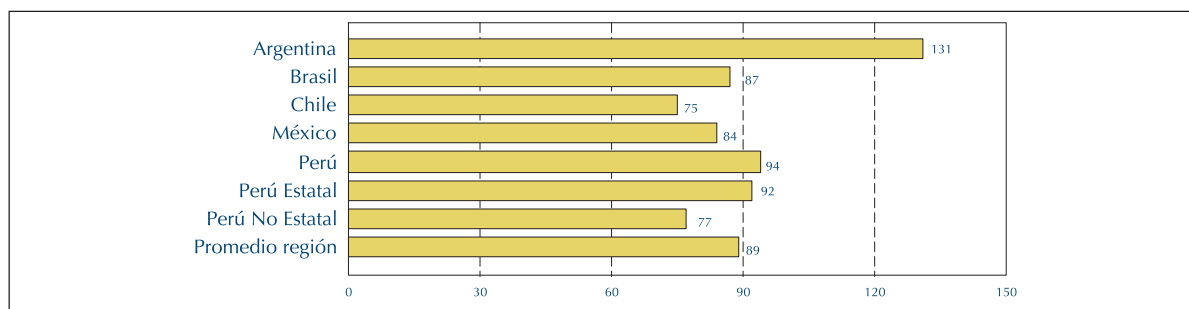
El cuadro 5.5 muestra el conjunto de preguntas que se aplicaron a los estudiantes para construir el índice de asistencia y puntualidad, así como el porcentaje de estudiantes que respondieron, en cada pregunta, que faltaron por lo menos una vez en las dos últimas semanas<sup>47</sup>. Como se observa

45. Cabe señalar que para el Perú esta distribución incluye solo a los estudiantes que están en el nivel secundario, dado que los estudiantes de 15 años que cursaban algún grado de la primaria no fueron considerados en el estudio PISA.

46. Cabe indicar que, en los países de la región, solo los estudiantes de 15 años que se encontraban estudiando entre el sétimo y undécimo grado fueron considerados en el estudio PISA. Para el Perú, esto significó que los estudiantes de 15 años que se encontraban estudiando en el nivel primario no fueron considerados en dicho estudio. De allí que, para el Perú, los alumnos atrasados se refieran a los alumnos que se encuentran estudiando entre el 1° y 3° de secundaria.

47. Para cada pregunta acerca de asistencia y puntualidad en las dos últimas semanas, los estudiantes podían escoger entre las siguientes alternativas de respuesta: "ninguna", "1 ó 2", "3 ó 4" y "5 ó más". La frecuencia que se presenta en el cuadro corresponde a los alumnos que respondieron "1 ó 2", "3 ó 4" ó "5 ó más".

**Gráfico 5.5. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización matemática según grado al que asisten (edad normativa vs. extraedad)**



Notas:

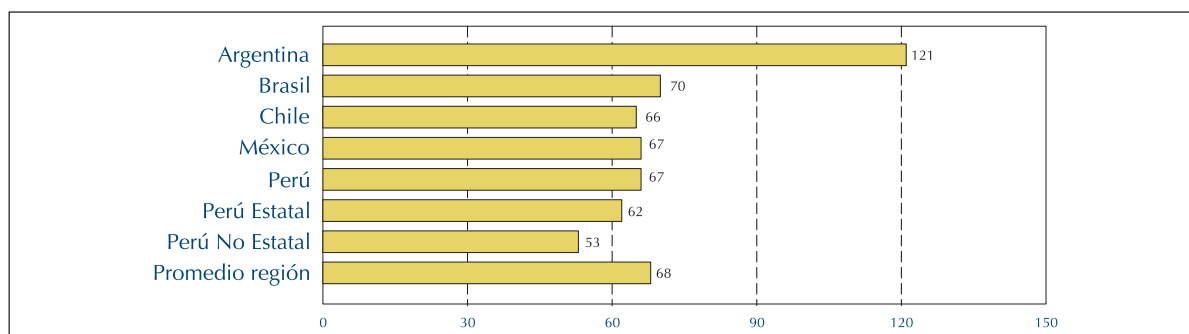
■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.6. Diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización científica según grado al que asisten (edad normativa vs. extraedad)**



Notas:

■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

en el cuadro, si bien el porcentaje de estudiantes peruanos que faltaron por lo menos una vez al centro educativo es menor al observado en la región, este es considerablemente alto (43%), lo que evidencia un problema de inasistencia de los estudiantes a los centros de enseñanza.

Otro resultado que se desprende del cuadro es el alto porcentaje de estudiantes peruanos que declaran haber llegado tarde al centro educativo por lo menos una vez en las últimas dos semanas. Así, un 58% de los estudiantes peruanos declara haber llegado tarde por lo menos una vez en ese periodo, porcentaje significativamente superior al observado en la región. Así mismo, es en los centros educativos estatales donde los problemas de tardanza son más frecuentes.

Finalmente, se encuentra que casi un tercio de los estudiantes peruanos de 15 años expres-

só que no entró a alguna de sus clases por lo menos una vez en las dos últimas semanas. Este porcentaje es superior en el caso de los estudiantes del sector estatal.

Estos tres resultados indican que los estudiantes peruanos, principalmente de centros educativos estatales, estarían perdiendo un considerable número de horas efectivas de clase debido a su inasistencia al centro o a clases, o por el hecho de que llegan tarde al centro educativo. Cabe recordar que, como vimos en la sección 2.1 del capítulo 4, los directores de los centros educativos peruanos, principalmente los de centros educativos estatales, señalan coincidentemente que la falta a clases y la inasistencia de los alumnos conforman uno de los factores que más afecta el aprendizaje de los estudiantes, lo cual evidencia la gravedad de este problema en los centros educativos secundarios de nuestro país.

## Cuadro 5.5. Preguntas sobre el índice de asistencia y puntualidad

En las últimas dos semanas, ¿cuántas veces....

	Por lo menos una vez			Promedio región
	Perú	Perú Estatal	Perú No Estatal	
a) faltaste al centro educativo?	43,2	43,5	41,1	<b>45,8</b>
b) no entraste a alguna clase?	29,8	31,5	<b>21,1</b>	<b>24,6</b>
c) llegaste tarde al centro educativo?	58,3	59,8	<b>50,0</b>	<b>47,5</b>

**Nota:**

Los datos en **negrita** muestran diferencias significativas al 5% respecto del promedio nacional.

Los datos en *cursiva* indican diferencias significativas al 5% según tipo de centro educativo.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

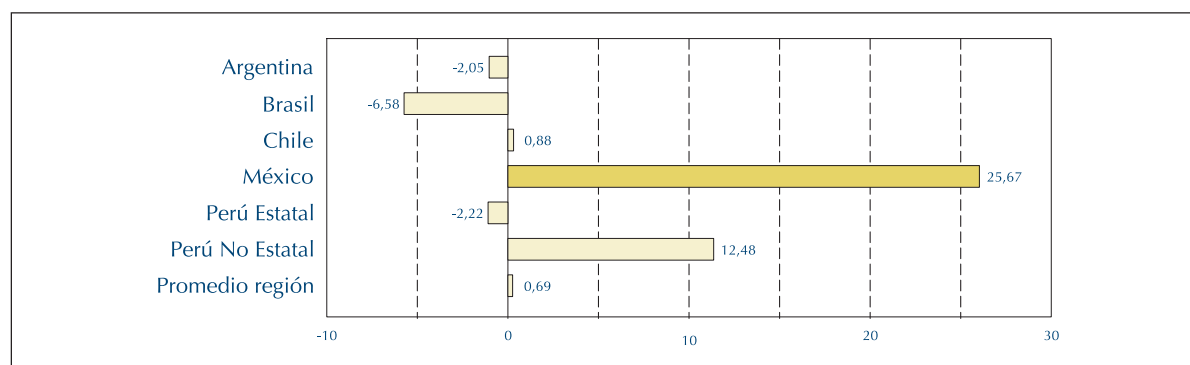
Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

El gráfico 5.7 muestra el valor de las diferencias entre el valor promedio del índice para cada uno de los países de la región y para el Perú, donde las barras positivas indican promedios del índice por encima del promedio en el Perú, mientras que las negativas dan cuenta de los promedios por debajo del mismo.

Como se observa en dicho gráfico, solo los estudiantes mejicanos muestran un valor

promedio del índice mayor que el obtenido por los estudiantes peruanos, lo cual indica que, en promedio, los problemas de asistencia y puntualidad de los estudiantes peruanos, como vimos en el cuadro anterior, se presentan también en el resto de sistemas educativos de la región. Esto explicaría que el índice promedio de Chile, Argentina y Brasil sea semejante al índice promedio del Perú.

**Gráfico 5.7. Diferencias del valor promedio del índice de participación de los estudiantes respecto del valor promedio del índice del Perú**



**Notas:**

■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

En los gráficos 5.8 y 5.9, las barras muestran las diferencias entre el desempeño de los estudiantes con mejores hábitos de asistencia y puntualidad, y los que muestran peores hábitos respecto de estos temas, tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica.

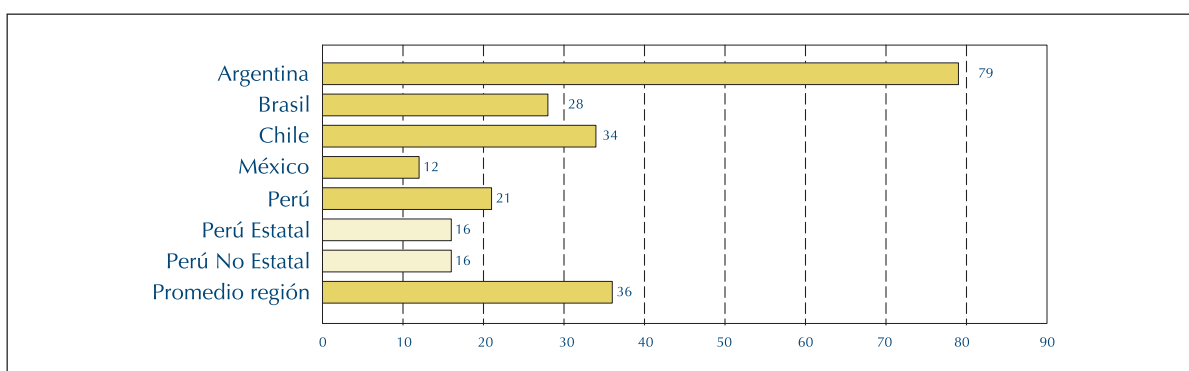
Como era de esperarse, se observa una relación positiva entre el índice de asistencia y puntualidad de los estudiantes, y su desempeño en las pruebas. Las barras positivas de los gráficos indican que los estudiantes que con mayor frecuencia asisten puntualmente

y no faltan a clases o al centro obtienen un puntaje promedio por encima de los que con mayor frecuencia llegan tarde o faltan.

Como se observa en los gráficos, en todos los países de la región, los estudiantes con mayor asistencia y puntualidad en el centro obtienen resultados por encima de los obtenidos por los estudiantes con mayor inasistencias y tardanzas, tanto en alfabetización matemática como científica, excepto para el

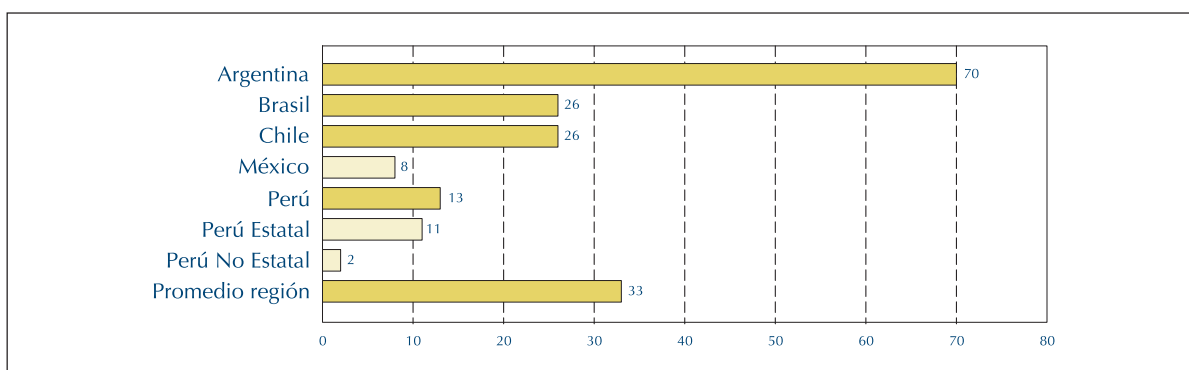
caso de México en este último dominio. Estas diferencias a favor del primer grupo de estudiantes pueden estar relacionadas con el hecho de que, al recibir un mayor número de clases, estos logran conseguir un mayor beneficio de las oportunidades de aprendizaje que brinda la escuela. En consecuencia, los resultados demuestran que mejorar los hábitos de asistencia y puntualidad de los alumnos en las escuelas puede favorecer el rendimiento de los mismos.

**Gráfico 5.8. Diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre estudiantes con alta y baja asistencia y puntualidad**



**Notas:**  
 ■ Diferencias significativas al 95% de confianza  
 □ Diferencias no significativas al 95% de confianza  
**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003  
**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.9. Diferencias en el rendimiento en alfabetización científica entre estudiantes con alta y baja asistencia y puntualidad**



**Notas:**  
 ■ Diferencias significativas al 95% de confianza  
 □ Diferencias no significativas al 95% de confianza  
**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003  
**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 1.5. Sentido de pertenencia del estudiante al centro educativo

Para indagar acerca del sentido de pertenencia de los estudiantes de 15 años a la escuela, el estudio PISA incluyó en el cuestionario del alumno un conjunto de preguntas que buscaron recabar información acerca de cómo se sentían los estudiantes respecto de su relación con sus compañeros y como integrante del centro educativo. En el cuadro 5.6, se detallan las preguntas que fueron dirigidas con este fin y se muestra la proporción de estudiantes que, ante cada una de ellas, respondieron que estaban “de acuerdo” o “en total acuerdo”.

Tal como se observa en el cuadro 5.6, entre un 20% y 23% de los estudiantes peruanos

de 15 años declara no sentirse a gusto en su centro educativo (extraños, fuera de lugar o solos), mientras que entre un 76% y 81% declara sentirse bien con sus compañeros (hacen amigos fácilmente, les caen bien a sus compañeros y se sienten como en casa). Por tanto, alrededor de un 22% de estudiantes estaría mostrando un bajo sentido de pertenencia a su centro educativo. Este porcentaje es mayor en los centros educativos estatales que en los no estatales. Si se comparan estos resultados con los de la región, se puede observar que es mayor el porcentaje de estudiantes peruanos de 15 años que declaran no sentirse a gusto en su centro educativo, y menor el porcentaje de estudiantes que declaran estar contentos con su socialización en el centro.

**Cuadro 5.6. Preguntas del índice de pertenencia al centro educativo**

Mi centro educativo es un lugar donde ....

	De acuerdo / en acuerdo total			
	Perú	Perú Estatal	Perú No estatal	Promedio región
a) me siento como un extraño.	20,2	21,9	<b>10,9</b>	<b>14,3</b>
b) hago amigos fácilmente.	80,8	79,7	<b>86,8</b>	<b>86,0</b>
c) me siento como en casa.	75,6	75,3	77,6	<b>87,0</b>
d) me siento raro y fuera de lugar.	22,1	23,6	<b>14,0</b>	<b>14,2</b>
e) le caigo bien a mis compañeros.	84,5	83,3	<b>90,9</b>	<b>86,2</b>
f) me siento solo.	23,0	24,5	<b>15,2</b>	<b>15,0</b>

### Notas:

Los datos en negrita muestran diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio nacional.

Los datos en cursiva indican diferencias significativas al 95% de confianza según tipo de centro.

**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

En el gráfico 5.10, las barras muestran las diferencias en los valores de los índices promedio de los países con respecto al índice promedio del Perú, donde las diferencias positivas indican índices promedio por encima del correspondiente nacional y las negativas, por debajo del mismo.

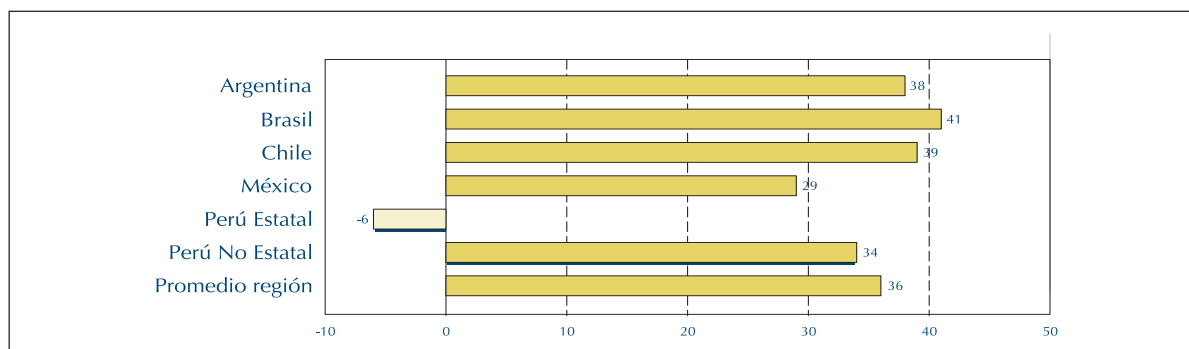
Como se observa en el gráfico 5.10, los estudiantes de 15 años peruanos muestran un sentido de pertenencia menor que cualquiera de los demás países latinoamericanos que participaron en el estudio PISA. Es decir, en promedio, los estudiantes peruanos se sienten menos identificados con sus escuelas que los estudian-

tes en otros países, razón que podría explicar, en parte, las altas tasas de inasistencia y tardanza que se vieron en la sección anterior.

Cabe indicar que, al interior del país, se observan diferencias en el sentido de pertenencia de los estudiantes según si estos se encuentran estudiando en un centro educativo estatal o no estatal. Así, el gráfico muestra que los estudiantes de los centros educativos no estatales poseen un mayor sentido de pertenencia a sus centros que los estudiantes de los centros educativos estatales.



**Gráfico 5.10. Diferencias en el valor promedio del índice de pertenencia al centro educativo respecto del valor promedio del índice del Perú**



**Notas:**

Los valores promedio de los índices están expresados como diferencias respecto del valor promedio del índice de Perú.

■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Las barras sombreadas indican diferencias significativas al 95% de confianza entre los centros estatales y los no estatales.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

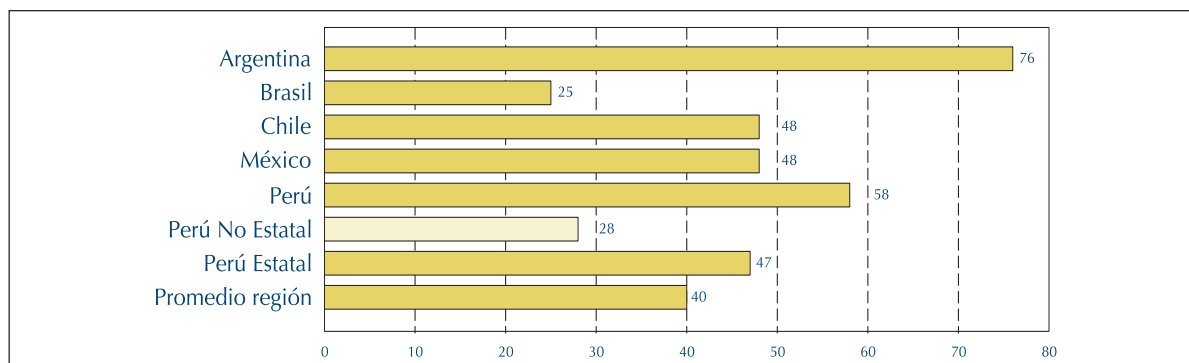
Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

Los gráficos 5.11 y 5.12 muestran respectivamente, para alfabetización matemática y científica, la relación positiva que existe entre el sentido de pertenencia y el desempeño de los estudiantes. Las barras de los gráficos representan las diferencias entre el rendimiento de los estudiantes ubicados en el cuartil superior y en el inferior del índice de sentido de pertenencia. Como se observa, en todos los países de la región, existen diferencias significativas en el rendimiento a favor de los estudiantes que se ubican en el cuartil superior del índice, tanto en alfabetización matemática como científica.

Tal como se puede observar en los gráficos, las diferencias en rendimiento entre los estu-

diantes del cuartil superior e inferior del índice de sentido de pertenencia son mayores en Argentina y Perú, tanto en alfabetización matemática como científica. Este dato es relevante, ya que, como se verá en el capítulo 6, entre los resultados del modelo multivariado, el índice de sentido de pertenencia influye significativamente en el rendimiento obtenido por el estudiante en alfabetización matemática y en alfabetización científica. En tal sentido, es importante tomar medidas de política educativa que mejoren el clima dentro de la escuela, de manera que se consiga un mayor compromiso por parte de los estudiantes para recibir los beneficios del aprendizaje que la escuela les puede brindar.

**Gráfico 5.11. Diferencias en el desempeño en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de sentido de pertenencia al centro educativo**



**Notas:**

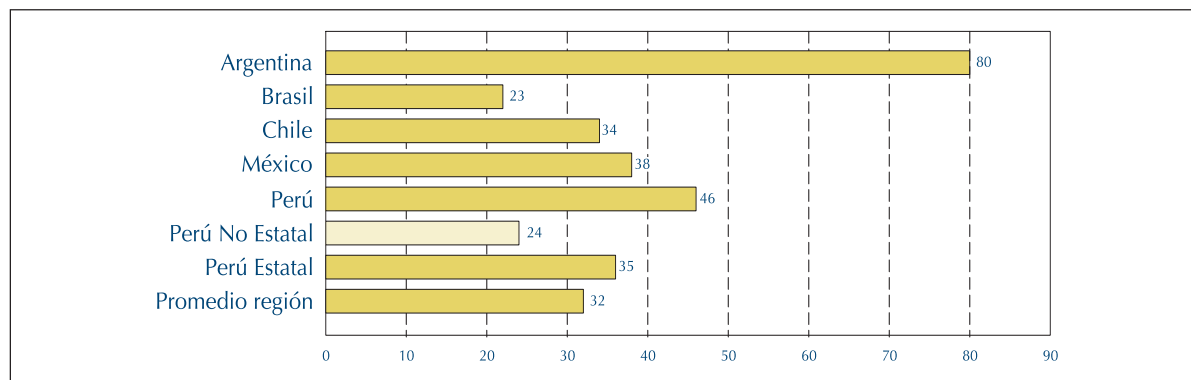
■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.12. Diferencias en el desempeño en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de sentido de pertenencia al centro educativo**



Notas:

■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 2. Características familiares de los estudiantes

Se ha encontrado que las características socioeconómicas y culturales de la familia influyen significativamente en el rendimiento de sus miembros en edad escolar. En este sentido, es frecuente encontrar que familias con mayores recursos económicos tengan acceso a mejor preparación académica y, por tanto, mayores oportunidades en el mercado laboral; esta situación, a su vez, coloca a sus hijos dentro del grupo con mayor acceso al sistema educativo y mejores oportunidades de aprendizaje. De igual manera, se puede ver que, un mayor compromiso de los padres con el aprendizaje de sus hijos en la escuela está positivamente relacionado con el rendimiento de estos. Así, con los gráficos siguientes se pretende mostrar la relación existente entre el rendimiento del estudiante y el estatus ocupacional de los padres, la riqueza de la familia, el nivel educativo de la madre y del padre, y el grado de comunicación social en el hogar.

### 2.1. Estatus ocupacional de los padres

Las barras en los gráficos 5.13 y 5.14 representan las diferencias en el rendimiento de los estudiantes en alfabetización matemática y científica entre el cuartil superior e inferior del índice de estatus ocupacional al que pertenecen sus padres, donde valores positivos indican un

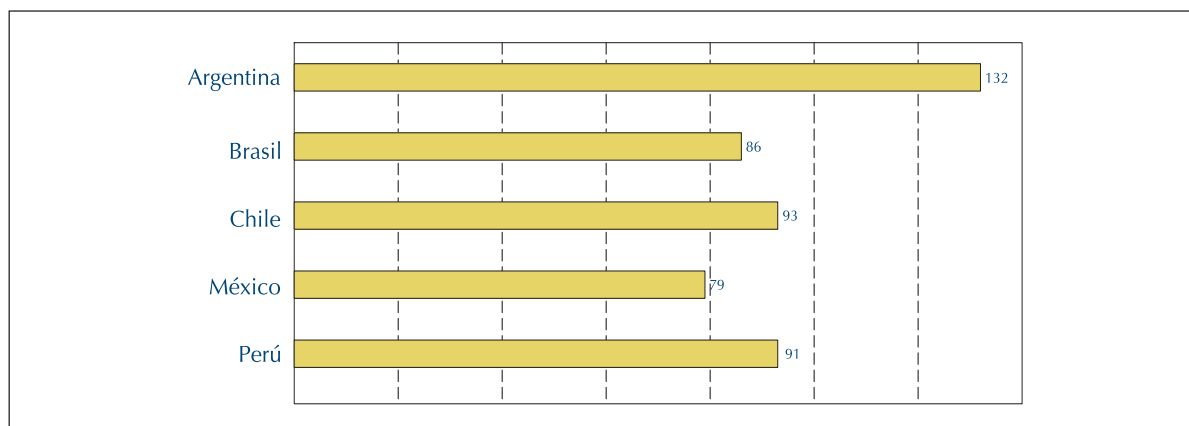
mayor rendimiento de los estudiantes ubicados en el cuartil superior del índice en comparación con el obtenido por aquellos que se encuentran en el cuartil inferior.

Como se puede ver en ambos gráficos, existe una relación positiva entre el estatus ocupacional de los padres y el desempeño de los estudiantes. Así, se encuentra que en todos los países de la región, tanto en alfabetización matemática como científica, los estudiantes cuyos padres pertenecen al cuartil superior del índice de estatus ocupacional obtienen un mejor desempeño que aquellos estudiantes cuyos padres pertenecen al cuartil inferior del índice.

Si bien existe una relación positiva entre el estatus ocupacional de los padres y el desempeño de los estudiantes, la magnitud de esta relación difiere entre los países de la región. Así, al estimar la relación entre dichas variables<sup>48</sup>, se encuentra que el efecto de la variación en una unidad del índice de estatus ocupacional produce un efecto mayor en el desempeño en alfabetización matemática de los estudiantes argentinos que en el resto de los países de la región. Así, en Argentina, el puntaje en la escala de alfabetización matemática

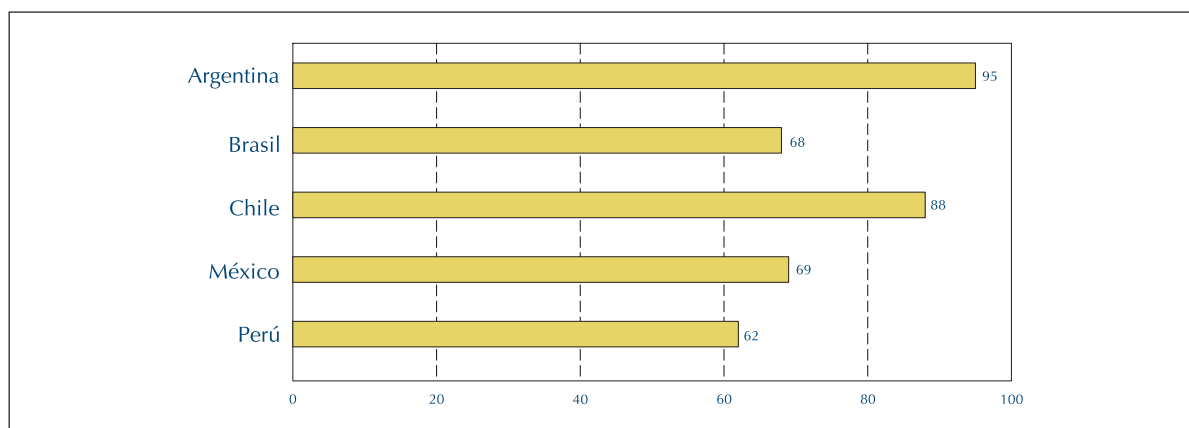
48. Esta estimación se realizó utilizando una regresión lineal simple cuyos parámetros se estimaron usando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

**Gráfico 5.13. Diferencias en el rendimiento promedio en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de estatus ocupacional**



**Notas:**  
 ■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú  
 □ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú  
**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003  
**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.14. Diferencias en el rendimiento promedio en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de estatus ocupacional**



**Notas:**  
 ■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú  
 □ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú  
**Fuente:** OECD Bases de datos PISA 2003  
**Elaboración:** Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

tica cambia en 46 puntos ante un cambio en una unidad del índice de estatus ocupacional, mientras que en México el cambio producido en el rendimiento es de 30 puntos, la relación más débil entre los países de la región. De manera semejante, en alfabetización científica, el efecto del cambio en una unidad del estatus ocupacional produce un cambio en el rendimiento de los estudiantes de 37,5 puntos en Chile, de 34 puntos en Argentina y de 23 puntos en el Perú, mostrando los dos primeros los efectos de mayor magnitud y el último el efecto más bajo, entre los países de la región en este campo de evaluación (ver anexos 16 y 17).

De los resultados encontrados, se desprende que existe una fuerte asociación positiva entre la magnitud del efecto del índice de estatus ocupacional sobre el rendimiento del estudiante y el tamaño de la brecha de rendimiento entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior de dicho índice. Esto indicaría que, cuanto mayor es la magnitud del efecto del índice de estatus ocupacional sobre el rendimiento, más grande es el tamaño de la brecha de rendimiento existente entre los estudiantes que se encuentran en el cuartil superior e inferior del índice.

## 2.2. Riqueza familiar

Tal como se mencionó anteriormente, las familias que poseen mayores recursos pueden brindar mejores oportunidades educativas a sus hijos en comparación con las familias de menores recursos. Esta situación explica la existencia de una relación positiva entre el nivel de riqueza y el rendimiento de los estudiantes.

Los gráficos siguientes muestran dicha relación. Las barras en los gráficos 5.15 y 5.16 muestran las diferencias en el rendimiento de los estudiantes entre el cuartil superior e inferior del índice de riqueza familiar. Tal como se observa, tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica, los estudiantes ubicados en el cuartil superior del índice de riqueza logran un mejor desempeño en las pruebas que aquellos estudiantes ubicados en el cuartil inferior. Estas diferencias son significativas en todos los países de la región.

Al igual que en el caso del índice de estatus ocupacional, aun cuando se observa una relación positiva entre el índice de riqueza familiar y el desempeño de los estudiantes, en todos los países de la región, la magnitud del efecto del índice de riqueza familiar difiere entre estos. De esta manera, al estimar la relación entre el desempeño de los estudiantes y el índice de riqueza familiar<sup>49</sup>, se encuentra que el efecto de la variación en una unidad del índice de riqueza familiar produce un efecto mayor en el desempeño de los estudiantes argentinos que en el resto de estu-

diantes de la región, tanto en alfabetización matemática como científica. Así, en Argentina, el puntaje en la escala de alfabetización matemática cambia en 40 puntos ante un cambio en una unidad del índice de riqueza familiar, mientras que en México el cambio producido en el rendimiento es de 24 puntos, el menor efecto registrado entre los países de la región. Así mismo, en alfabetización científica, el efecto del cambio en una unidad del índice de riqueza familiar produce un cambio en el rendimiento de los estudiantes de 37 puntos en Argentina y de 21 puntos en Perú, los cuales representan, respectivamente, el efecto más alto y más bajo entre los países de la región en este campo de evaluación (ver anexos 18 y 19).

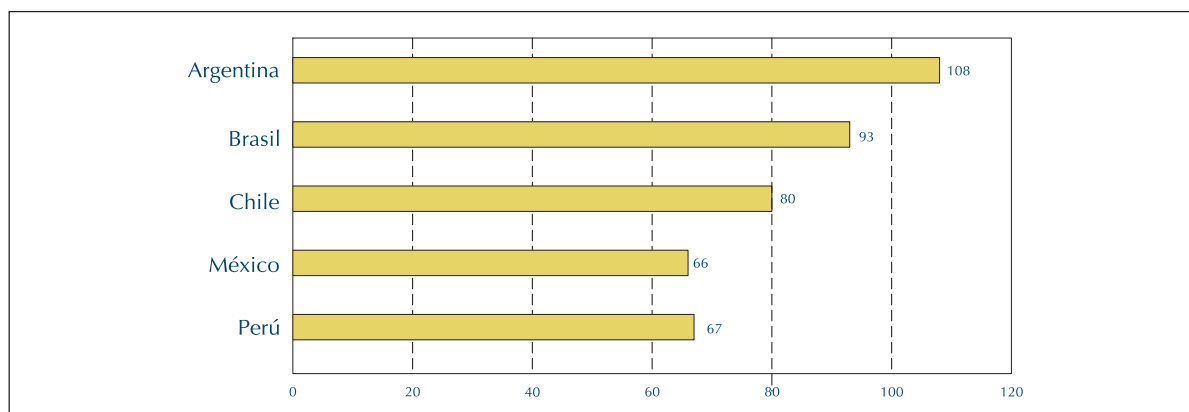
Así, la fuerte asociación positiva encontrada entre la magnitud del efecto del índice de riqueza familiar sobre el rendimiento del estudiante y el tamaño de la brecha de rendimiento de los estudiantes del cuartil superior e inferior de dicho índice indicaría que es muy probable que, cuanto mayor es la magnitud del efecto del índice de riqueza familiar sobre el rendimiento, más grande es el tamaño de la brecha de rendimiento existente entre los estudiantes que se encuentran en el cuartil superior e inferior del índice.

Este mayor efecto del índice de riqueza sobre el desempeño de los estudiantes en Argentina, y su menor efecto en países como Perú y México son consistentes con los encontrados por medio del análisis de la curva socioeconómica, tal como se vio en la sección 3.4 del capítulo 3.

---

49. Esta estimación se realizó utilizando una regresión lineal simple cuyos parámetros se estimaron usando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

**Gráfico 5.15. Diferencias en el desempeño en alfabetización matemática entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de riqueza familiar**



**Notas:**

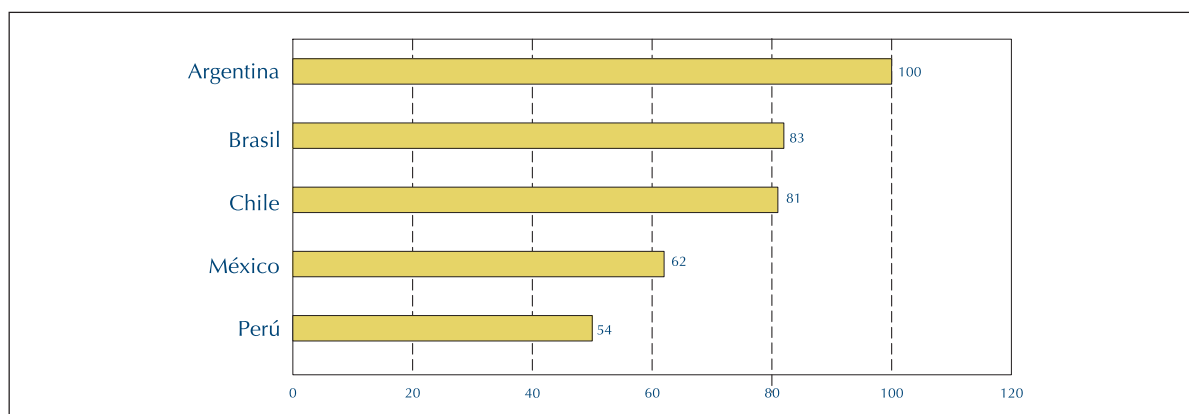
■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.16. Diferencias en el desempeño en alfabetización científica entre los estudiantes ubicados en el cuartil superior e inferior del índice de riqueza familiar**



**Notas:**

■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

### 2.3. Nivel educativo de los padres

Otra de las características de la familia que influye en el rendimiento alcanzado por el estudiante es el nivel educativo que poseen los padres. Dado que padres con una mejor formación académica pueden ofrecer un mejor soporte al proceso de aprendizaje del estudiante, existe una relación positiva entre la educación lograda por estos y la de sus hijos.

#### a) Nivel educativo de la madre

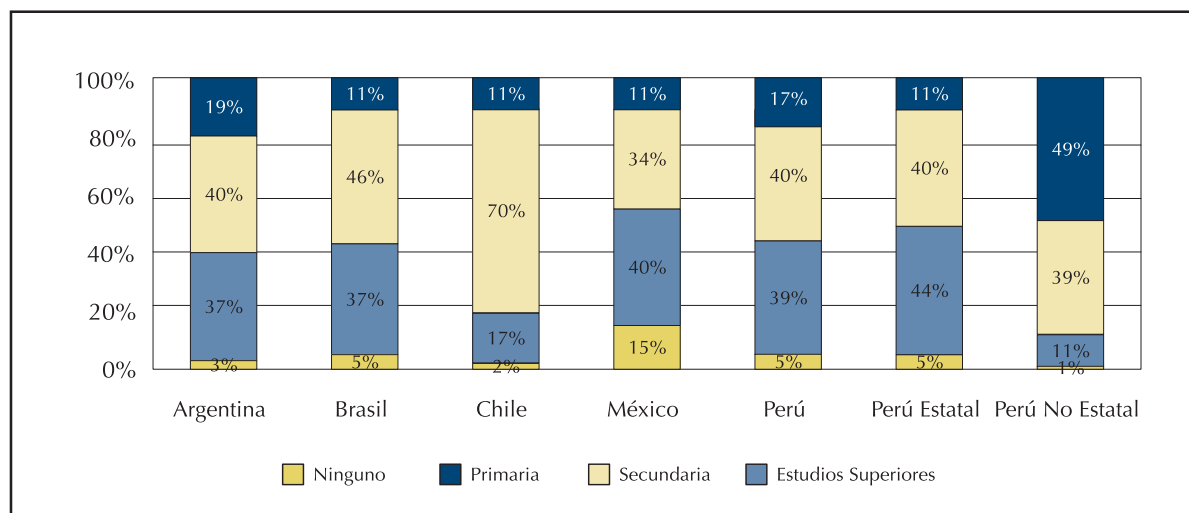
Según la información reportada por los estudiantes de 15 años, se observa que Chile es el país donde un mayor porcentaje de estudiantes (81%) tiene madres que han alcanzado como mínimo el nivel secundario. En el otro extremo, México es el país donde un menor porcentaje de estudiantes (45%) tiene madres que alcanzan como mínimo la secun-

daria, mientras que en Argentina, Brasil y Perú este porcentaje representa, respectivamente, el 59%, 57% y 57% de los estudiantes en cada país. De otro lado, al comparar los porcentajes de estudiantes con madres con estudios terciarios, se encuentra que Perú es el segundo país con porcentajes más altos. Estos resultados muestran las diferencias en el capital cultural de los hogares de los que provienen los estudiantes de cada país.

Así mismo, al interior del país, también se observan estas diferencias en el capital cultural de los hogares. Así, se observa que son

los estudiantes de los centros educativos no estatales los que, en mayor porcentaje, tienen madres con, al menos, estudios secundarios (88%), porcentaje que es considerablemente mayor al observado en los centros estatales (51%). Esta comparación muestra las ventajas de los estudiantes de los centros educativos no estatales frente a los estatales. Diferencias similares se encuentran al comparar el porcentaje de estudiantes con madres con estudios terciarios: en la escuela no estatal un 49% de estudiantes tiene madres con estudios superiores, frente a un 11% en los centros educativos estatales.

**Gráfico 5.17. Distribución porcentual de los estudiantes de 15 años según nivel educativo alcanzado por la madre**

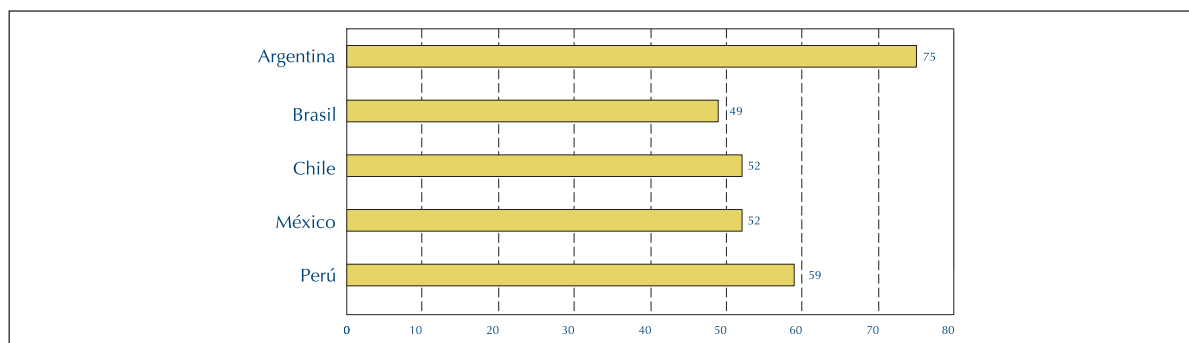


Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Los gráficos 5.18 y 5.19 muestran las diferencias entre el rendimiento de los estudiantes cuyas madres han alcanzado como mínimo la educación secundaria y el alcanzado por los estudiantes cu-

yas madres tienen un nivel educativo inferior. Así, se encuentra que, en todos los países, existen diferencias significativas en el rendimiento a favor del primer grupo de estudiantes.

**Gráfico 5.18. Diferencias en el desempeño en alfabetización matemática entre estudiantes con madres con mayor y menor nivel educativo**



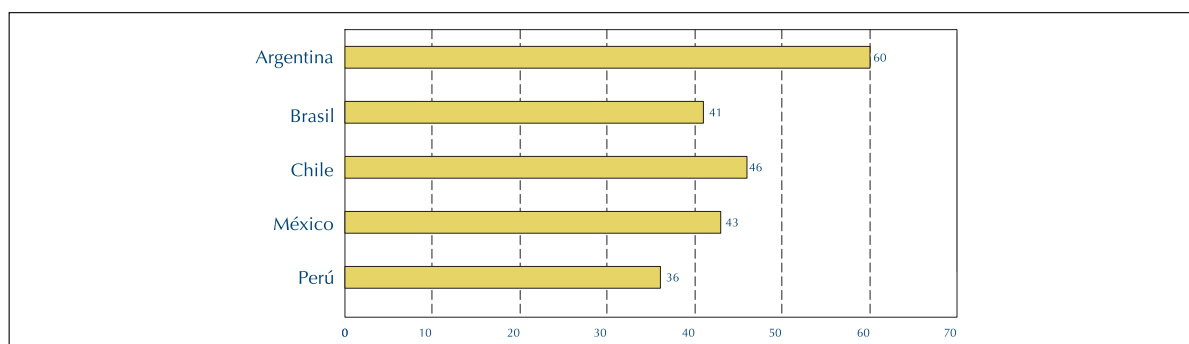
Notas:

- Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú
- Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.19. Diferencias en el desempeño en alfabetización científica entre estudiantes con madres con mayor y menor nivel educativo**



Notas:

- Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú
- Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## b) Nivel educativo del padre

Al igual que lo sucedido con el nivel educativo de las madres, entre los países de la región, se muestran diferencias en cuanto al capital cultural de los hogares representado por el nivel educativo de los padres. Así, Chile y Perú son los países que muestran un alto porcentaje de estudiantes cuyos padres han alcanzado como mínimo el nivel secundario (84% y 73% respectivamente), mientras que, en el otro extremo, se encuentra México con solo un 53% de estudiantes cuyos padres alcanzan estos niveles, seguido de Brasil y Argentina (58% en ambos países). Así mismo, al tomar en cuenta el porcentaje de estudiantes con estudios terciarios, se observa que Perú y Argentina son los países que muestran mayores porcentajes.

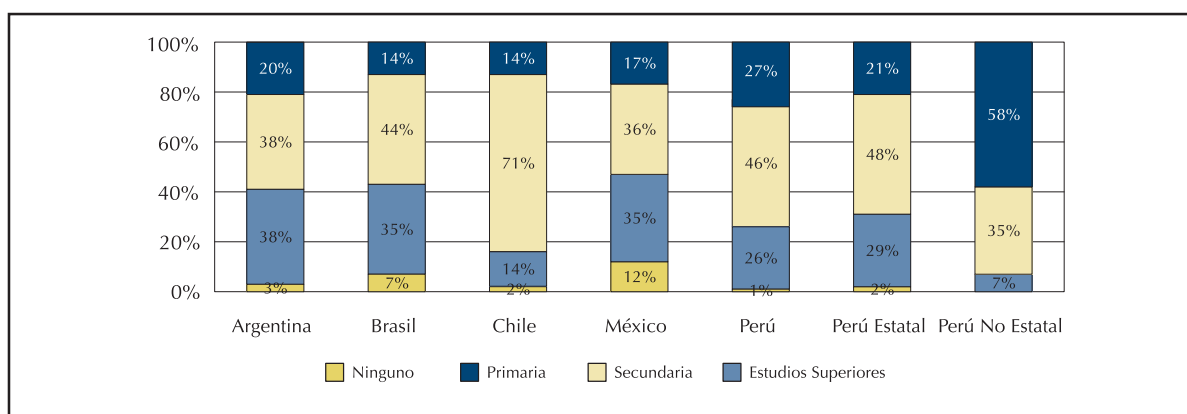
De otro lado, al interior del país, se observa que son los estudiantes de los centros educativos no estatales los que en mayor porcentaje tienen padres con, al menos, estudios secundarios (93%), porcentaje que es considerablemente mayor al observado en los centros estatales (69%). Cabe indicar que dichas diferencias son aun más grandes si se compara a los estudiantes con padres con estudios terciarios. Así, mientras un 58% de los estudiantes de los centros educativos no estatales tiene padres con estudios terciarios, en los centros educativos estatales este es de 21%. Dado que resultados parecidos se encontraron al analizar el nivel educativo de las madres, se puede concluir que los estudiantes de centros educativos no estatales provienen de hogares con un mayor nivel educativo de los padres que aquellos de los centros educativos estatales, lo cual in-

dica una mayor ventaja del primer grupo frente al segundo.

Por otro lado, al comparar los resultados entre padres y madres de los estudiantes de 15 años, se observa que, en el Perú, son los padres los que alcanzan niveles educativos superiores. De este modo, mientras un 73% de los padres logra al menos terminar la secundaria, en el caso

de las madres el porcentaje correspondiente es de solo 57%. Así mismo, si se compara el porcentaje de padres y de madres que alcanzan estudios superiores, se encuentra una diferencia de alrededor de 10 puntos porcentuales a favor de los primeros, diferencia que se mantiene al interior de la escuela estatal y no estatal.

**Gráfico 5.20. Distribución porcentual de los estudiantes de 15 años según nivel educativo alcanzado por el padre**

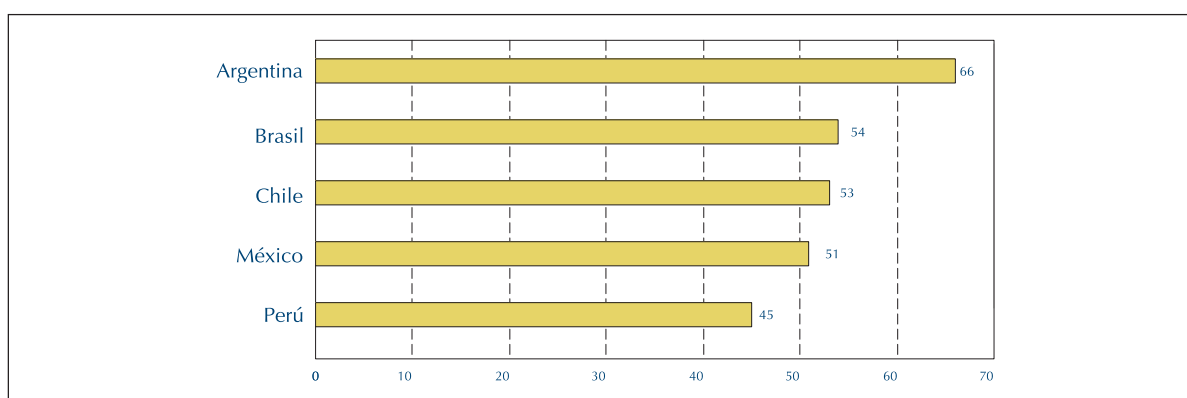


Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

La relación entre el nivel educativo alcanzado por el padre y el rendimiento de los estudiantes es mostrada en los gráficos 5.21 y 5.22. En estos, se observa que, en todos los países de la región, existen diferencias significativas, tanto en alfabetización matemática

como científica, entre el rendimiento de los estudiantes cuyos padres han alcanzado el nivel secundario o superior, y el rendimiento obtenido por los estudiantes cuyos padres han alcanzado, como máximo, el nivel primario.

**Gráfico 5.21. Diferencias en el desempeño en alfabetización matemática entre estudiantes con padres con mayor y menor nivel educativo**



Notas:

■ Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

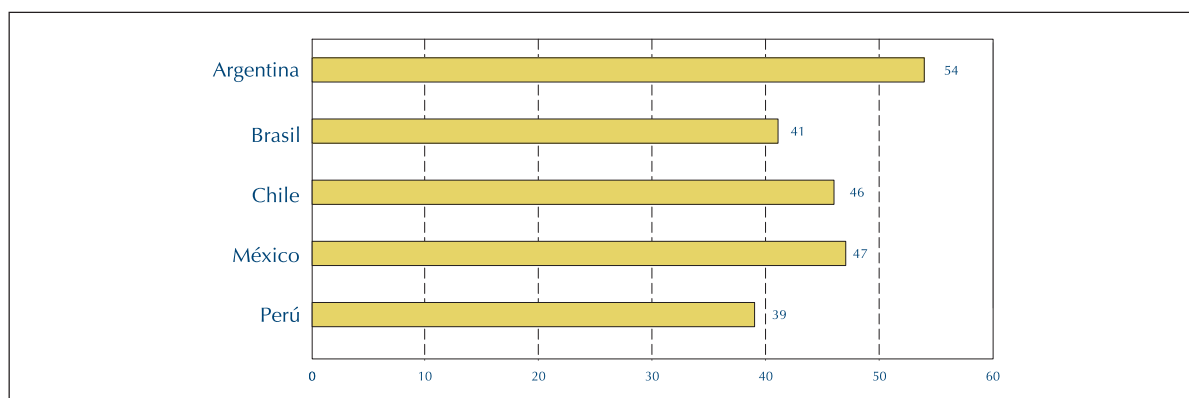
□ Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa



**Gráfico 5.22. Diferencias en el desempeño en alfabetización científica entre estudiantes con padres con mayor y menor nivel educativo**



**Notas:**

- Diferencias significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú
- Diferencias no significativas al 95% de confianza respecto del promedio de Perú

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 2.4. Índice de comunicación social con los padres

El índice de comunicación social con los padres intenta medir el grado de comunicación que existe entre padres e hijos, el grado de interés de los padres en el desenvolvimiento del estudiante dentro de la escuela y el interés mostrado en el progreso del mismo. Este análisis se basa en el supuesto de que, en tanto haya un mayor compromiso de los padres en el proceso educativo del estudiante, el rendimiento logrado por este será mayor.

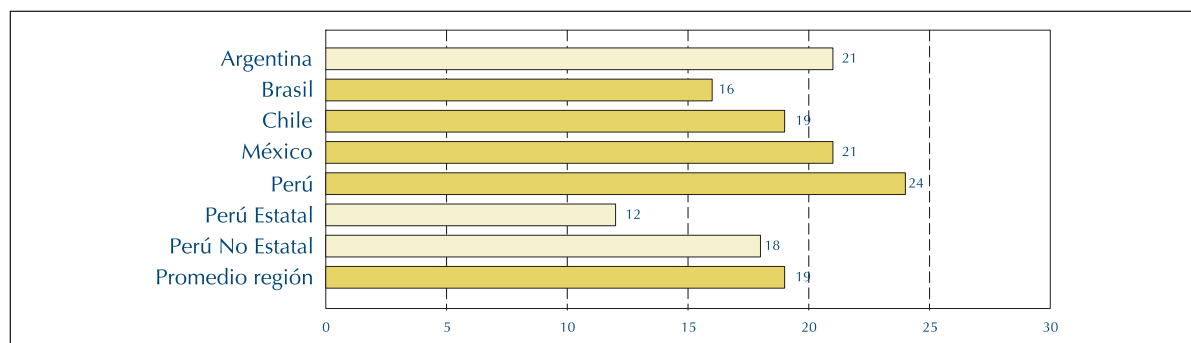
Los gráficos 5.23 y 5.24 muestran las diferencias en el rendimiento, tanto en alfabetización matemática como científica, entre los estudiantes que pertenecen a hogares donde hay un alto nivel de comunicación y los que viven en hogares donde existe una baja comunicación social<sup>50</sup>. Se observa que el mayor grado de comunicación social en el hogar favorece el des-

empeño de los estudiantes. Esto se comprueba en los resultados obtenidos por los estudiantes de Perú, Brasil, México y Chile, tanto en la escala de alfabetización matemática como en la escala de alfabetización científica, aunque, en Brasil, las diferencias no son significativas en este último dominio. En estos países, el rendimiento de los estudiantes que gozan de un nivel alto de comunicación en el hogar es significativamente mayor al obtenido por aquellos estudiantes que reportan un menor nivel de comunicación social dentro de sus hogares.

Estos resultados indican la importancia de la participación y el apoyo de los miembros de la familia en el desempeño de los estudiantes. La relevancia de este factor implica que, para lograr mejores rendimientos en nuestros estudiantes, no basta solo la participación de las instituciones escolares y del sistema educativo, sino que es esencial el compromiso de las familias.

50. El 50% de estudiantes de 15 años, evaluados en el estudio PISA, con valores superiores en el índice de comunicación social en el hogar entran en la categoría de alta comunicación y el 50% inferior, en baja comunicación. Para una mayor explicación de lo que engloba el índice, se puede revisar el anexo 26.

**Gráfico 5.23. Diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre los estudiantes que provienen de hogares con alta y baja comunicación social**



Notas:

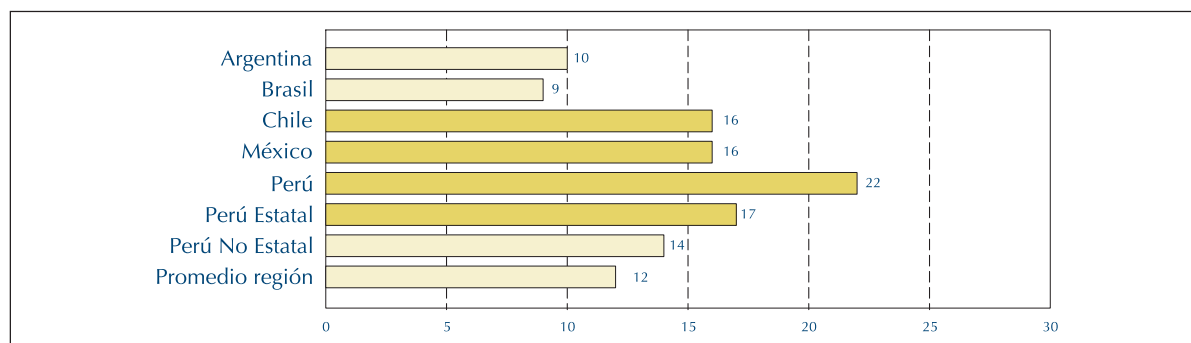
■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Gráfico 5.24. Diferencias en el rendimiento en alfabetización científica entre los estudiantes que provienen de hogares con alta y baja comunicación social**



Notas:

■ Diferencias significativas al 95% de confianza

□ Diferencias no significativas al 95% de confianza

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003

Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 6. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LOS FACTORES ASOCIADOS AL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES DE 15 AÑOS

A continuación, se analizará el efecto neto que producen las características de los alumnos, de sus familias y de sus escuelas en el desempeño de los mismos, por medio de un análisis multivariado, para lo cual se utilizará un modelo jerárquico lineal<sup>51</sup>.

Si bien en esta sección del documento se comentará con detenimiento el efecto causado por las variables estadísticamente significativas en la explicación del rendimiento, esto no pretende dar a entender que las demás variables consideradas en el modelo no influyan en la explicación de dicha variable. Al respecto, cabe mencionar que, en el proceso de obtención del modelo final, las variables que bajo criterios estadísticos<sup>52</sup> fueron seleccionadas para incluirlas en el modelo se van incorporando de manera gradual siempre y cuando la inclusión de estas cumplan el requisito de ayudar a explicar la varianza del rendimiento.

Cabe indicar que el uso de la técnica multinivel permite, entre otros, señalar qué por-

centaje de la varianza total del rendimiento se debe a las diferentes características individuales entre los alumnos y qué porcentaje a las diferentes características entre las escuelas. El modelo que se utiliza para hacer estos cálculos es el modelo nulo o vacío. Los cuadros 6.1 y 6.2 muestran los resultados de este modelo y la descomposición de la varianza inicial, es decir, de la varianza total antes de incluir cualquier variable explicativa en el modelo.

Los cuadros 6.1 y 6.2 muestran también el modelo final estimado, el cual incorpora todas las variables explicativas seleccionadas. Dicho modelo permite indicar qué porcentaje de la varianza atribuido a las diferentes características de las escuelas y qué porcentaje de la varianza atribuido a las diferentes características del alumno han sido explicados por las variables incluidas en el modelo. Además, permite obtener el rendimiento promedio de un estudiante peruano. Este promedio se refiere al desempeño de aquel estudiante que tiene asociados valores promedios de los índices utilizados como variables explicativas o valores iguales a cero en las variables dicotómicas<sup>53</sup>.

51. En el anexo 28, se detalla con mayor precisión la parte teórica de los modelos jerárquicos lineales.

52. Los criterios estadísticos utilizados en el análisis de las variables para evaluar la pertinencia de incluirlas en el modelo o no, son la distribución de frecuencia univariada de cada variable, la exploración de relaciones bivariadas y el análisis exploratorio a nivel cruzado.

53. Cuando se habla de variables dicotómicas, se hace referencia a variables que toman dos valores: 1 y 0 (por ejemplo, el género del estudiante).

## 1. Resultados del modelo de factores asociados al rendimiento en alfabetización matemática

Tal como se observa en el cuadro 6.1, a partir del modelo nulo, se encuentra que las diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática atribuidas a características de la escuela representan el 39,5% de la varianza total del rendimiento<sup>54</sup>. Esto indica que la mayor proporción de las diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática (60,5%) se debe, principalmente, a las diferencias en las características de los estudiantes, tanto las propias como las familiares.

Este resultado es coherente con el encontrado en el estudio de factores asociados de la Evaluación Nacional 2001 en el área de Lógico Matemática para los estudiantes de cuarto grado de secundaria. En dicho grado, se encuentra que el 35,4% de la varianza del rendimiento es explicado por las características de la escuela (UMC, 2004b).

### 1.1. Efecto de las características individuales y familiares en el rendimiento en alfabetización matemática

Las variables relacionadas con las características del estudiante y su familia que se utilizaron para estimar el modelo de factores asociados al rendimiento en alfabetización matemática son las siguientes:

- índice de nivel socioeconómico del estudiante<sup>55</sup>,
- índice de comunicación social en el hogar,
- sexo del estudiante,
- lengua utilizada con más frecuencia por

el estudiante,

- grado en el que se encuentra el estudiante,
- índice de asistencia y puntualidad, e
- índice de sentido de pertenencia del estudiante al centro educativo.

De las variables anteriormente señaladas, la variable que muestra un mayor efecto sobre el rendimiento es el grado que está cursando el estudiante. En este sentido, se observa que el grado al que asiste el alumno contribuye a explicar un 8% de la variabilidad del rendimiento atribuida a las diferentes características individuales y familiares del mismo. Tal como se observa en el modelo final (ver cuadro 6.1), los coeficientes estimados de las variables grado 8, grado 9, grado 10 y grado 11 indican la existencia de una relación positiva entre el grado de estudio y el rendimiento. Es decir, mientras mayor es el grado de estudios alcanzado por el estudiante, mayor es su rendimiento obtenido en la escala de alfabetización matemática. Dichos coeficientes son interpretados como el puntaje adicional que tiene un estudiante de 15 años respecto del que tiene uno de primer grado de secundaria (grado 7) en lo que concierne a alfabetización matemática. Este resultado puede deberse a dos motivos: (i) los conocimientos y experiencias adquiridas en cada grado adicional de educación ponen en ventaja a los estudiantes de grados superiores frente a los de grados inferiores o (ii) los estudiantes de 15 años con mayores dificultades de aprendizaje se encuentran mayormente concentrados en grados inferiores al que normativamente les corresponde.

Así mismo, el sexo del estudiante muestra uno de los efectos más importantes en la explicación del rendimiento en alfabetización matemática. Así, tal como ha sucedido en la Evaluación Nacional 2001 aplicada a los estudiantes de cuarto grado de secundaria, en el área de Lógico Matemática, son los hombres quienes obtienen un mejor desempeño que las mujeres en la escala de alfabetización matemática. Además, cabe resaltar que la variable sexo del alumno continúa siendo significativa aun después de incluir variables como asistencia y puntualidad, y sentido de pertenencia a

54. Cabe señalar que, como se verá más adelante en la definición de los modelos, la varianza del rendimiento explicado por las diferencias entre escuelas no solo se debe a procesos e insumos escolares, sino también a algunas características vinculadas con la composición del alumnado, como es el nivel socioeconómico promedio de la escuela.

55. El índice de nivel socioeconómico del estudiante fue elaborado a partir del índice de estatus ocupacional, nivel educativo de los padres, índice de riqueza familiar, índice de recursos educativos en el hogar y posesiones de la familia relacionadas con la noción clásica de cultura.

la escuela<sup>56</sup>, que son una aproximación al compromiso y a la actitud demostrados por los estudiantes hacia el estudio. Por tanto, inclusive si estudiantes de sexo masculino y estudiantes de sexo femenino mostraran un mismo grado de asistencia, puntualidad y compromiso con la escuela, las diferencias entre estos seguirían persistiendo.

Dentro de las variables que reflejan la actitud y comportamiento del estudiante, y su grado de compromiso con la escuela, se ha encontrado que estudiantes que presentan mejores hábitos de asistencia y puntualidad en la escuela (es decir, quienes con mayor frecuencia asisten puntualmente a la escuela o faltan con menor frecuencia) obtienen un mejor desempeño en la escala de alfabetización matemática que aquellos estudiantes que se ausentan o llegan tarde con más frecuencia. Así, el coeficiente positivo obtenido en la estimación del modelo para la variable asistencia y puntualidad señala que mayor será el rendimiento del estudiante de 15 años obtenido en alfabetización matemática cuanto menor sea la frecuencia de inasistencia y tardanza a la escuela o a clases.

Otro aspecto del grado de compromiso del estudiante respecto de la escuela se refiere al sentido de pertenencia del estudiante a la misma. El efecto que ejerce esta última variable sobre el rendimiento es positivo, tal como se observa en el modelo final mostrado en el cuadro 6.1.

Finalmente, luego de incluir todas las variables relacionadas con características del estudiante y de su familia, mencionadas anteriormente, se logra explicar el 12,8% de la varianza del rendimiento en alfabetización matemática atribuida a las características individuales de los estudiantes.

## 1.2. Efecto de las características escolares en el rendimiento en alfabetización matemática

Para explicar la variabilidad del rendimiento atribuida a las diferencias entre escuelas, se han incluido, en el modelo, variables que recogen información sobre algunas características de las escuelas y que, además, cumplen con los criterios estadísticos mencionados anteriormente. Las variables que, finalmente, se utilizaron en el nivel 2<sup>57</sup> para estimar el modelo de factores asociados al rendimiento se detallan a continuación:

- índice de nivel socioeconómico promedio,
- gestión del centro educativo,
- ámbito de ubicación del centro educativo,
- índice de recursos educativos e infraestructura del centro educativo, e
- índice de relación entre profesores y estudiantes.

Tal como se observa en el modelo 2 (ver anexo 24), es el nivel socioeconómico promedio de la escuela la variable que más contribuye a la explicación de la varianza atribuida a las diferencias entre escuelas. Esto significa que un mayor porcentaje de la variabilidad del rendimiento atribuido a las diferencias entre escuelas es explicada por las diferencias en la composición socioeconómica de la población atendida en los centros educativos. De allí que, en el modelo final, mostrado en el cuadro 6.1, las escuelas que atienden a estudiantes de mayor nivel socioeconómico tienen un desempeño más alto en la escala de alfabetización matemática. Por lo expuesto, considerar esta variable en el modelo permite estimar el efecto de las características de las escuelas sobre el rendimiento de los estudiantes libre del efecto del nivel socioeconómico promedio. En otras palabras, al incorporar esta variable en el

56. Para mayor detalle de la definición de estos índices, véase anexo 26.

57. De aquí en adelante, cuando se hable de nivel 1, se estará haciendo referencia al primer nivel del modelo, en el cual se incluyen todas las variables relacionadas con estudiantes. Cuando se hable del nivel 2, se estará haciendo referencia al segundo nivel del modelo, donde las variables son obtenidas para la escuela como grupo.

modelo 1 y en los subsiguientes, se estaría suponiendo que las escuelas tienen una misma composición socioeconómica promedio.

Cabe señalar que, tal como se muestra en el modelo 3 (ver anexo 24), luego de controlar el nivel socioeconómico promedio de la escuela y la gestión del centro educativo, el efecto del ámbito de ubicación del centro sobre el rendimiento en alfabetización matemática queda anulado. Esto significa que, si la composición socioeconómica de los estudiantes de las diferentes escuelas fuera la misma, no existirían diferencias en el rendimiento entre estudiantes de los centros educativos urbanos y rurales<sup>58</sup>. Así mismo, se puede notar que, en el modelo 3, aun después de controlar el efecto del nivel socioeconómico promedio de la escuela y su ámbito de ubicación, la gestión educativa tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento. Tal influencia revela que la brecha de rendimiento entre los estudiantes de las escuelas estatales y las no estatales existe independientemente de las diferencias en la composición socioeconómica entre ambas. Al respecto, cabe mencionar que, de acuerdo con los resultados mostrados en el modelo 4, las diferencias en el rendimiento en alfabetización matemática entre escuelas estatales y no estatales dejan de ser estadísticamente significativas al agregar la variable relacionada con los recursos e infraestructura educativos de la escuela. Este hecho sugiere que, si los recursos e infraestructura de las escuelas no estatales y estatales fueran semejantes, las diferencias en rendimiento en alfabetización matemática entre ambos tipos de escuela desaparecerían.

En el modelo final, se observa que, dentro de las variables relacionadas con aspectos institucionales y sociodemográficos del centro educativo, ni la gestión del centro educativo ni el ámbito donde se encuentra ubicado resultan ser estadísticamente significativos en la explicación del rendimiento en alfabetización matemática.

58. La variable que representa el ámbito donde se encuentra ubicado el centro educativo solo es significativa antes de controlar el nivel socioeconómico promedio de la escuela.

Respecto de los recursos educativos y de infraestructura del centro educativo, como se observa en el modelo final, se ha encontrado que esta variable influye de manera estadísticamente significativa en el rendimiento en alfabetización matemática. Es decir, escuelas que tienen un índice de recursos educativos y de infraestructura más alto obtienen un mejor desempeño que aquellas que tienen una infraestructura precaria o una baja calidad de recursos educativos. Cabe indicar que las diferencias atribuidas a los recursos educativos y de infraestructura del centro se mantienen aun después de incluir todas las variables relacionadas con la escuela (ver modelo final, cuadro 6.1).

Como aproximación al clima de la escuela, se incluyó en el modelo la variable que representa la relación entre docentes y alumnos<sup>59</sup>. Tal como se observa en el modelo final (ver cuadro 6.1), esta variable tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento en alfabetización matemática. Al respecto, se puede señalar que una mejor percepción de los estudiantes sobre su relación con los docentes<sup>60</sup> está relacionada positivamente con su rendimiento. Es decir, en escuelas donde existe un mejor clima representado por una mejor relación entre alumnos y docentes, se observa un mejor rendimiento en alfabetización matemática que en aquellas escuelas donde la relación entre estos es menos satisfactoria.

Finalmente, luego de incluir todas las variables explicativas del nivel 2, se logra explicar un 72,7% de la varianza del rendimiento atribuida a las diferencias entre las escuelas.

59. Si bien el estudio PISA indagó por otras variables relacionadas con el clima escolar (la percepción del director sobre, por ejemplo, características del docente que afectan el clima en la escuela, características del estudiante que afectan el clima en la escuela, y el entusiasmo y compromiso del docente), estas no fueron incluidas en el modelo, debido a que no cumplieron con alguno de los criterios estadísticos mencionados previamente.

60. Este índice se basa en la percepción de los estudiantes sobre ciertos aspectos de sus profesores, tales como su preocupación por el bienestar de sus alumnos, su relación con estos, entre otros (ver anexo 26).

**Cuadro 6.1. Resultados del modelo de factores asociados al rendimiento en la escala de alfabetización matemática**

	Modelo nulo	Modelo final
Intercepto o promedio general	291,26 *	292,14 *
<b>Variables individuales</b>		
Características de la familia del estudiante		
Índice de nivel socioeconómico del estudiante		4,74
Índice de comunicación social en el hogar		-1,11
Características del estudiante		
Mujer		-29,62 *
Castellano		-14,10
Grado 8		34,26 *
Grado 9		49,25 *
Grado 10		86,66 *
Grado 11		116,57 *
Asistencia y puntualidad		5,11 *
Sentido de pertenencia del estudiante con respecto a la escuela		4,57 *
<b>Variables escolares</b>		
Composición socioeconómica de la clase		
Nivel socioeconómico promedio		45,72 *
Características institucionales y sociodemográficas de la escuela		
No estatal		21,30
Rural		-6,92
Recursos educativos y de infraestructura		
Índice de recursos educativos y de infraestructura		10,14 *
Clima en la escuela		
Relación entre profesores y estudiantes		13,71 *
<b>Componentes de varianza</b>		
Varianza entre escuelas	4877,92 *	1332,83 *
Varianza al interior de las escuelas	7471,85	6515,90
<b>Diferencias en rendimiento atribuidas al nivel 2</b>	39,5%	
<b>Porcentaje explicado de las diferencias entre escuelas</b>		72,7%
<b>Porcentaje explicado de las diferencias al interior de las escuelas</b>		12,8%

\* Significativa al 95% de confianza.

Fuente: OECD, Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## 2. Resultados del modelo de factores asociados al rendimiento en alfabetización científica

Como se mencionó anteriormente, la variabilidad del rendimiento en alfabetización científica se puede descomponer en la varianza del rendimiento atribuida a características individuales y familiares del estudiante, y la varianza asociada con características de la escuela. Como se puede ver en el cuadro 6.2, como resultado de la estimación del modelo nulo o vacío, se obtiene que el 30,4% de la varianza total del rendimiento se atribuye a las diferencias entre las escuelas. Por lo tanto, un mayor porcentaje de la variabilidad del rendimiento en alfabetiza-

ción científica se debe, principalmente, a las diferentes características presentadas entre los estudiantes. En este caso, el porcentaje de la varianza total del rendimiento en alfabetización científica atribuida a las diferencias en las características de los estudiantes es igual a 69,6%.

### 2.1. Efecto de las características individuales y familiares en el rendimiento en alfabetización científica

Las variables relacionadas con características del estudiante y de su familia, las cuales han sido consideradas en el nivel 1 del modelo para alfabetización científica, son las mismas que fueron utilizadas en el modelo jerárquico em-

pleado para estimar el rendimiento en alfabetización matemática; estas son

- índice de nivel socioeconómico del estudiante,
- índice de comunicación social en el hogar,
- sexo del estudiante,
- lengua utilizada con más frecuencia por el estudiante,
- grado en el que se encuentra el estudiante,
- índice de asistencia y puntualidad, e
- índice de sentido de pertenencia del estudiante al centro educativo.

Entre las variables que resultaron ser estadísticamente significativas, las relacionadas con el grado en que se encuentra el estudiante en su escuela son las que explican un mayor porcentaje de la varianza atribuida a las diferentes características entre los estudiantes. Como se muestra en el modelo final (ver cuadro 6.2), estas variables resultan ser estadísticamente significativas en la explicación del rendimiento, con la excepción del grado <sup>61</sup>. Se concluye que, mientras mayor sea el grado de estudios, mayor será el rendimiento que se obtenga en alfabetización científica.

Otro resultado del modelo es que, al igual que en la escala de alfabetización matemática, en la de alfabetización científica, los hombres obtienen un rendimiento significativamente superior al de las mujeres.

La variable sentido de pertenencia del estudiante a la escuela nos ofrece una medida del grado en que los estudiantes peruanos de 15 años de edad que participaron en el estudio PISA se sienten comprometidos con la escuela y están dispuestos a recibir los beneficios de ella. Tal como se ve en el modelo final (ver cuadro 6.2), dicha variable tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el rendimiento. Es decir, aquellos estudiantes que tienen un alto sentido de pertenencia al centro educativo logran un mayor rendimiento en la escala

de alfabetización científica que aquellos estudiantes que tienen un bajo sentido de pertenencia al mismo.

Cabe indicar que, a pesar de que la variable nivel socioeconómico de los estudiantes no resulta ser significativa, es un factor que ayuda a explicar parte de la variabilidad del rendimiento. Sin embargo, su aporte es pequeño comparado con el aporte de la variable nivel socioeconómico promedio de la escuela (nivel 2), lo cual podría estar relacionado con el hecho de que los estudiantes que asisten a una misma escuela tienen un nivel socioeconómico más homogéneo que aquellos atendidos por escuelas diferentes.

Finalmente, luego de incluir las variables relacionadas con las características del estudiante y de su familia, se logra explicar el 7,1% de la variabilidad del rendimiento en el nivel 1.

## **2.2. Efecto de las características escolares en el rendimiento en alfabetización científica**

En el nivel 2, han sido incluidas variables relacionadas con características de las escuelas con el fin de poder explicar las diferencias en el rendimiento entre ellas. A continuación, se presenta el listado de las variables que han sido utilizadas para la estimación del modelo multinivel:

- índice de nivel socioeconómico promedio,
- gestión del centro educativo,
- ámbito de ubicación del centro educativo,
- índice de recursos educativos y de infraestructura del centro educativo, e
- índice de relación entre profesores y estudiantes.

De este conjunto de variables, el nivel socioeconómico promedio es la variable con mayor magnitud; es decir, explica un mayor porcentaje de las diferencias en el rendimiento atribuidas a la escuela. Como se esperaba, los resultados indican que, en las escuelas donde el nivel socioeconómico del alumnado es más alto, el rendimiento en la escala de alfabetización científica es mayor.

61. Se ha llamado "grado 8" a la variable que toma el valor de 1 si los estudiantes de 15 años de edad se encuentran en segundo año de educación secundaria y de 0 si estos están en otro grado.



Así mismo, en el modelo final, se observa que aquellos estudiantes que asisten a escuelas no estatales obtienen un mejor desempeño en la escala de alfabetización científica que sus pares que asisten a escuelas estatales. Sobre este punto, al controlar el nivel socioeconómico promedio de la escuela y el ámbito de ubicación de la misma, la brecha de rendimiento entre estudiantes de escuelas estatales y no estatales persiste (ver modelo 3, anexo 25). Es decir, estas diferencias de desempeño en la escala de alfabetización científica seguirían existiendo aun cuando desaparecieran las diferencias socioeconómicas y geográficas antes mencionadas.

Respecto de la influencia del clima de la escuela en el rendimiento, se puede notar que la relación que existe entre los estudiantes y el profesor, vista desde la perspectiva del alumno, influye significativamente en el rendimiento. Es decir, una mejor percepción del alumnado sobre su relación con sus docentes se asocia a un rendimiento más alto en la escala de alfabetización científica, en comparación con el obtenido en las escuelas donde los estudiantes perciben una relación menos favorable.

Finalmente, con las variables incluidas, se logra explicar el 71% de la variabilidad del rendimiento atribuida a las diferentes características de las escuelas.

**Cuadro 6.2. Resultados del modelo de factores asociados al rendimiento en la escala de alfabetización científica**

	Modelo nulo	Modelo final
Intercepto o promedio general	333,00 *	333,48 *
<b>VARIABLES INDIVIDUALES</b>		
Características de la familia del estudiante		
Índice de nivel socioeconómico del estudiante		2,07
Índice de comunicación social en el hogar		1,63
Características del estudiante		
Mujer		-12,44 *
Castellano		-1,21
Grado 8		12,67
Grado 9		19,73 *
Grado 10		46,06 *
Grado 11		64,01 *
Asistencia y puntualidad		0,26
Sentido de pertenencia del estudiante con respecto a la escuela		5,15 *
<b>VARIABLES ESCOLARES</b>		
Composición socioeconómica de la clase		
Nivel socioeconómico promedio		33,18 *
Características institucionales y sociodemográficas de la escuela		
No estatal		22,55 *
Rural		5,90
Recursos educativos y de infraestructura		
Índice de recursos educativos y de infraestructura		3,73
Clima en la escuela		
Relación entre profesores y estudiantes		14,25 *
<b>COMPONENTES DE VARIANZA</b>		
Varianza entre escuelas	2523,05 *	732,65 *
Varianza al interior de las escuelas	5763,71	5355,64
<b>Diferencias en rendimiento atribuidas al nivel 2</b>	30,4%	
<b>Porcentaje explicado de las diferencias entre escuelas</b>		71,0%
<b>Porcentaje explicado de las diferencias al interior de las escuelas</b>		7,1%

\* Significativa al 95% de confianza.

Fuente: OECD, Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

### 3. Discusión de los resultados de los modelos

A continuación, se presentan los resultados que destacan del análisis multivariado realizado en este capítulo.

Un primer resultado encontrado es el que da cuenta de la importancia de las características relacionadas con el estudiante y con la escuela en la variabilidad del rendimiento, es decir, qué proporción de la varianza en el rendimiento es atribuida a aspectos individuales del estudiante y qué proporción, a aspectos escolares. En este sentido, se ha encontrado que las diferencias en rendimiento, tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica, se deben, en mayor medida, a las diferencias en las características de los estudiantes. Este último resultado es más acentuado en el área de Ciencias. Es decir, las diferencias entre estudiantes toman mayor importancia en la determinación de la variabilidad del rendimiento en la escala de alfabetización científica que en la escala de alfabetización matemática. Así, se observa que el 39,5% de la variabilidad del rendimiento en la escala de alfabetización matemática se atribuye a las diferentes características de las escuelas, mientras que el 60,5% de la variabilidad total de dicho rendimiento se atribuye a factores relacionados con el estudiante. Por otra parte, en el área de Ciencias, el 30,4% de la variabilidad total del rendimiento en la escala de alfabetización científica corresponde a las diferencias entre escuelas, y el 70,6%, a las diferencias entre estudiantes. Sin embargo, cabe mencionar que, en la escala de alfabetización lectora, el aspecto que toma mayor importancia en la variabilidad del rendimiento es la diferencia entre las características de las escuelas. A este aspecto se le atribuye el 58,2% de dicha variabilidad<sup>62</sup>.

Un segundo resultado tiene relación con los factores individuales. Se observa que la variabilidad del rendimiento atribuida a factores individuales del estudiante que se logra

explicar es relativamente baja. Este resultado no solo se observa en alfabetización matemática y alfabetización científica, sino también en alfabetización lectora<sup>63</sup>. Así, después de la inclusión de todas las variables, se logra explicar el 12,8% y 7,1% de la variabilidad del rendimiento atribuida a factores individuales en alfabetización matemática y científica respectivamente.

El bajo porcentaje explicado de la variabilidad del rendimiento en el nivel 1 podría deberse a que las variables del estudiante que reflejan sus habilidades, hábitos de aprendizaje, actitudes y preferencias, entre otras, no pudieron ser incluidas en los modelos multinivel estimados, debido a que no se dispuso de información sobre ellas<sup>64</sup>, o a que estas no mostraron consistencia para el caso peruano<sup>65</sup>. Respecto de este último punto, dado que la calidad de la información recogida está sujeta a la evaluación honesta de los estudiantes sobre sus propios hábitos, actitudes y preferencias, y a la influencia de la deseabilidad social (comportamiento esperado en ciertas culturas), en dicha autoevaluación, algunas variables, como el hábito de ir a la biblioteca o el hábito de lectura, no fueron consistentes con los resultados obtenidos por los estudiantes (UMC, 2004a). Así mismo, el error asociado con la estimación de la variable rendimiento, tanto en alfabetización matemática como científica, influye también en la capacidad de las variables para explicar las diferencias en el rendimiento.

Entre las variables analizadas, se ha encontrado que el grado al que asiste el estudiante es el principal factor que explica su logro académico. Así, los estudiantes en extraedad son

62. Véase UMC, 2004a (anexo 7, cuadro 7.4).

63. Véase UMC, 2004a (anexo 7, cuadro 7.4).

64. Si bien el estudio PISA indagó sobre algunas características de los estudiantes, como, por ejemplo, sus estrategias y estilos de aprendizaje, su interés por las matemáticas, su autoconcepto y su sentido de eficacia, esta información no fue recogida en el Perú. Las habilidades, como el coeficiente intelectual, no fueron medidas en este estudio.

65. Algunas preguntas, como, por ejemplo, las veces que el estudiante va a la biblioteca o si se dedica a la lectura, no fueron consistentes con los resultados obtenidos.

quienes obtienen un desempeño más bajo en alfabetización matemática y científica<sup>66</sup>. Dado el alto porcentaje de estudiantes que ingresa a la edad normativa en el sistema educativo, una política efectiva que busque disminuir la extraedad y, con ello, incrementar la probabilidad de que los estudiantes culminen sus estudios a tiempo deberá atender las necesidades particulares de este grupo con menor desempeño, de manera que se garantice la igualdad en las oportunidades de aprendizaje y, así, se evite su atraso en el sistema.

El género es otra variable importante por su contribución para explicar parte de la variabilidad del rendimiento en el nivel 1, tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica. Al respecto, se ha encontrado que los hombres obtienen un rendimiento significativamente superior al de las mujeres<sup>67</sup> en los dos tipos de alfabetización mencionados. Tal rendimiento constituye, además, una brecha de género mayor en el caso de alfabetización matemática. No obstante, los mejores resultados obtenidos por los estudiantes hombres no es suficiente para alcanzar el desempeño promedio logrado por los estudiantes varones de la región. Estos resultados indicarían que, habiendo sido superadas las brechas de género referidas a acceso, subsiste el reto de eliminar la brecha de rendimiento entre estudiantes hombres y mujeres, resultado que, probablemente, esté ligado a características sociales y culturales de la sociedad peruana.

Por otro lado, se puede constatar que la actitud positiva hacia la escuela por parte de los estudiantes está asociada con un alto desempeño académico en los tres dominios de alfabetización evaluados por PISA<sup>68</sup>. Por tanto, dada la importancia del sentido de perte-

nencia de los estudiantes de 15 años dentro del ambiente escolar, debería incluirse, entre las prácticas escolares, estrategias que apunten a lograr un mayor compromiso y bienestar del estudiante, lo cual ayudaría a crear un clima más favorable en la escuela.

Al respecto, se ha encontrado que una percepción positiva por parte del estudiante respecto de su relación con los docentes influye, positivamente, en el resultado obtenido, tanto en alfabetización lectora como en alfabetización matemática y científica. Algunos estudios señalan que existe un amplio campo de acción en cuanto a lo que las escuelas pueden lograr en sus estudiantes mejorando el clima que existe en las mismas (OECD, 2001b). Inclusive, los datos encontrados en este estudio apuntan a señalar que un adecuado clima escolar influye aun más fuertemente en el desempeño académico que los recursos con los que cuenta la escuela. Este hecho se encuentra más acentuado en los resultados obtenidos en el dominio de alfabetización científica (ver anexos 24 y 25).

Sin embargo, aún existe un gran porcentaje de diferencias en rendimiento atribuidas a la composición socioeconómica de la población estudiantil atendida por las escuelas. Así mismo, en alfabetización científica permanecen las diferencias entre escuelas estatales y no estatales, diferencias que no son explicadas por el nivel socioeconómico promedio del alumnado al que atienden ni por la calidad de la infraestructura que poseen.

La importancia de los resultados anteriores radica en que destacan la presencia de líneas de acción que deberán ser aplicadas por la política educativa, las cuales pueden ser efectivas a pesar de las diferencias en el nivel socioeconómico de la población atendida, y que van más allá de garantizar la disponibilidad y calidad de insumos en los centros educativos. Un ejemplo de ello es que las diferencias encontradas entre las escuelas estatales y no estatales en alfabetización científica se dan independientemente de las diferencias en la composición socioeconó-

66. En el caso de alfabetización lectora, también se encontró dicho resultado (UMC, 2004a).

67. Cabe resaltar que no se está haciendo referencia a la diferencia entre rendimientos promedios obtenidos por hombres y mujeres, la cual, como se mencionó en la sección anterior, no es significativa.

68. Se habla de tres dominios, dado que, en alfabetización lectora, se encontraron estos mismos resultados (UMC, 2004a).

mica del alumnado y de la calidad de la infraestructura que poseen ambos tipos de centro.

#### **4. ¿Cómo se relacionan los resultados en alfabetización lectora obtenidos por los estudiantes peruanos de 15 años con sus resultados en alfabetización matemática y científica?**

Como se ha señalado en los primeros capítulos acerca del marco teórico del estudio, tanto en alfabetización matemática como científica, las unidades incluyen una pregunta, un material de estímulo, e información o una introducción incluidas en los textos. Se buscó que estas unidades estuvieran redactadas de la forma más sencilla y directa posible para que sean fáciles de comprender. En algunos casos, estas unidades se complementaron con gráficos o figuras que ayudaron a la comprensión de dicho texto. Desde esta perspectiva, dada la estructura de las preguntas y el alto porcentaje de alumnos ubicados en los niveles de desempeño más bajos en comprensión lectora, es consistente encontrar altos porcentajes de alumnos en los niveles más bajos de desempeño en alfabetización matemática y científica. Esta situación resulta esperable, pues investigadores como Polya (1979), Schoenfeld (1985), Miguel de Guzmán (1983), entre otros, coinciden en afirmar que una de las primeras fases para resolver

un problema es la comprensión del mismo. Para llegar a este punto, es necesario pasar por los procesos de comprensión lectora: obtención de información, interpretación de textos, y reflexión y evaluación, procesos definidos en el marco teórico de la alfabetización lectora del estudio PISA, los mismos que no son realizados con éxito por un alto porcentaje de la población evaluada.

Además, dado que en el Perú el centro de los diseños curriculares y la atención del trabajo matemático en el aula están en el manejo de algoritmos y, en el caso de Ciencias, en el cálculo, se da poca cabida al tipo de problemas que evalúa el estudio PISA, el cual resulta poco familiar para alumnos peruanos.

En tal sentido, se puede concluir que los resultados obtenidos tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica están fuertemente influidos por el grado de comprensión, y manejo de ciertas habilidades y contenidos que implica la alfabetización lectora. Dicha relación se puede observar, claramente, en los análisis multivariados presentados en los cuadros 6.3 y 6.4, donde se muestra que, efectivamente, el rendimiento que los estudiantes peruanos de 15 años obtuvieron en alfabetización lectora influye positivamente en su rendimiento en alfabetización matemática y alfabetización científica.

**Cuadro 6.3. Análisis jerárquico en el que se considera el efecto del rendimiento en alfabetización lectora sobre el rendimiento en alfabetización matemática**

	Coeficientes de regresión
Intercepto o promedio general	291,77 *
<b>Variables individuales</b>	
Mujer	-27,15 *
Rendimiento en alfabetización lectora	66,98 *
<b>Variables escolares</b>	
Nivel socioeconómico promedio	52,46 *
Recursos educativos y de infraestructura	11,62 *
Relación entre profesores y estudiantes	14,29 *
<b>Porcentaje explicado de las diferencias entre escuelas</b>	<b>69,8%</b>
<b>Porcentaje explicado de las diferencias al interior de la escuela</b>	<b>28,2%</b>

\* Significativo al 99% de confianza.

**Fuente:** OECD, Bases de datos PISA 2003.

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa

**Cuadro 6.4. Análisis jerárquico en el que se considera el efecto del rendimiento en alfabetización lectora sobre el rendimiento en alfabetización científica**

	Coeficientes de regresión
Intercepto o promedio general	333,22*
<b>Variables individuales</b>	
Mujer	-12,40 *
Rendimiento en alfabetización lectora	53,05 *
<b>Variables escolares</b>	
Nivel socioeconómico promedio	33,33 *
No estatal	25,83 *
Relación entre profesores y estudiantes	14,57 *
<b>Porcentaje explicado de las diferencias entre escuelas</b>	<b>68,0%</b>
<b>Porcentaje explicado de las diferencias al interior de la escuela</b>	<b>24,2%</b>

\* Significativo al 99% de confianza.

**Fuente:** OECD, Bases de datos PISA 2003.

**Elaboración:** Ministerio de Educación – Unidad de Medición de la Calidad Educativa.



## CONCLUSIONES

- El modelo de evaluación para la alfabetización científica y matemática propuesto por el estudio PISA es pertinente y actual, pues los campos evaluados apuntan al dominio de habilidades básicas en Ciencias y Matemática aplicadas a situaciones cotidianas. Un ciudadano, en cualquier parte del mundo, deberá, cada vez con mayor frecuencia, enfrentarse a situaciones que involucren conocimientos de esas áreas; desde esta perspectiva, es importante conocer el grado de desempeño de los alumnos tanto en alfabetización matemática como científica.
- Un análisis de las tareas propuestas en la prueba muestra que los contenidos evaluados, tanto en alfabetización matemática como científica, están considerados en todas las propuestas curriculares oficiales actualmente vigentes en el país para los grados correspondientes a los estudiantes de 15 años. Además, se observa que, en algunos ítemes, las situaciones propuestas están, en su mayoría, referidas a situaciones cotidianas urbanas que son más frecuentes en los países desarrollados que en los países en vías de desarrollo, como el Perú.
- En el marco del estudio PISA, se encuentra que, en promedio, los estudiantes peruanos obtienen el desempeño más bajo entre los países que participaron del estudio tanto en alfabetización matemática como científica.
- En términos de habilidades y conocimientos, este menor desempeño de los estudiantes peruanos en alfabetización matemática demuestra que, en promedio, estos son capaces de (i) completar únicamente procesos de un solo paso que consisten en reproducir hechos matemáticos básicos, (ii) utilizar algoritmos de cálculo elementales, (iii) reconocer la información de un diagrama o un texto concreto y familiar en el cual la matematización está ya hecha o, en todo caso, resulta sumamente evidente y (iv) resolver problemas mediante la aplicación de algoritmos elementales de un solo paso previamente enseñado.
- En alfabetización científica, los estudiantes evaluados, en promedio, demuestran que son capaces de (i) recordar información y conceptos científicos factuales simples (nombres, hechos, terminología, reglas simples, etc.) y (ii) usar conocimientos científicos triviales para extraer o evaluar conclusiones.
- Los resultados de los estudiantes peruanos son aun más desalentadores si se comparan con aquellos obtenidos por los estudiantes de los países desarrollados. En alfabetización matemática, se comprueba que, aun los estudiantes con menor desempeño de la OCDE (percentil 5),

obtienen un mejor desempeño que los estudiantes peruanos en alfabetización matemática, mientras que en alfabetización científica el resultado de los estudiantes peruanos logra alcanzar solo al de aquellos estudiantes de menor desempeño de los países desarrollados (percentil 5).

- De otro lado, al comparar el desempeño de los mejores estudiantes peruanos (percentil 95), se encuentra que, tanto en alfabetización matemática como científica, los resultados obtenidos por estos no logran alcanzar el puntaje promedio de los países desarrollados (OCDE), así como tampoco el puntaje obtenido por los estudiantes con mejor desempeño en el resto de países de la región, excepto, para el caso de alfabetización matemática, en Brasil. Este hecho indica que inclusive los mejores estudiantes peruanos obtienen un desempeño por debajo del de sus pares en la región.
- Dado que la población peruana es la que dispone, en promedio, de menores ingresos por habitante entre los países de la región, las diferencias entre los resultados de los estudiantes peruanos y los del resto de países podrían atribuirse, en parte, a la diferencia de recursos. Sin embargo, luego de tomar en cuenta las diferencias en el nivel socioeconómico, el desempeño de los estudiantes peruanos sigue siendo el menor de la región. Es decir, si todos los estudiantes de los países de la región tuvieran el mismo nivel de recursos, obtendrían menores resultados aquellos que se encuentran estudiando en el sistema educativo peruano.
- Este menor logro del sistema educativo peruano se observa tanto en los centros educativos estatales como en los no estatales. Así, el desempeño promedio de los estudiantes peruanos de los centros educativos no estatales es menor que el de sus pares en la región (promedio región) y en los países desarrollados (promedio OCDE). Esta situación se repite en el caso de los centros educativos estatales, ya que el promedio de los estudiantes peruanos de los centros educativos

estatales es el menor en comparación con el de sus pares en Argentina, Chile y Brasil.

- Al comparar los resultados entre ambos tipos de centros educativos, se encuentra que, en todos los países, el sistema educativo no estatal obtiene mejores resultados que los centros educativos estatales. En lo que respecta a los resultados en los dos tipos de centro, tanto en alfabetización matemática como científica, el sistema educativo no estatal argentino es el que obtiene el rendimiento más alto entre los no estatales, mientras que el sistema educativo estatal chileno lo obtiene entre los estatales.
- Cabe indicar que, si bien en el Perú los centros educativos del sector no estatal obtienen un desempeño por encima del sector estatal, este no llega a superar el desempeño en alfabetización matemática de los sistemas públicos chileno y argentino ni el correspondiente en alfabetización científica de los centros estatales chilenos.
- Dado el bajo financiamiento destinado al sistema educativo en el Perú y la mejora en el acceso al servicio educativo en las últimas décadas, los bajos resultados obtenidos por los estudiantes peruanos en el estudio PISA indicarían que esta ampliación en el acceso no ha sido acompañada de una mejora real de la calidad educativa. Ante esta situación, las metas que debe afrontar el sistema educativo peruano en los próximos años, tanto en los centros educativos estatales como en los no estatales, es la mejora de la calidad del servicio educativo, mejora para la cual los recursos con los que se dispone, en comparación con los observados en el resto de países, resultan escasos.
- En cuanto a las características de los estudiantes peruanos de 15 años que influyen en su rendimiento, en los dominios de alfabetización científica y matemática, se ha encontrado que el grado al que asiste el estudiante es el aspecto que explica en mayor medida sus resultados obtenidos en ambos dominios. Al respecto, los resultados señalan que estudiantes



que se encuentran cursando el grado que normativamente les corresponde o uno mayor obtienen resultados más favorables que sus pares que cursan años inferiores. En este sentido y tomando en consideración las altas tasas de entrada al sistema, una política efectiva que busque disminuir la extraedad y, con ello, incrementar la probabilidad de que los estudiantes culminen sus estudios en el tiempo correspondiente debe buscar atender las necesidades particulares de este grupo con menor desempeño. De esta manera, se garantizaría la igualdad en sus oportunidades de aprendizaje y se evitaría su atraso en el sistema.

- En alfabetización científica y matemática, los estudiantes hombres logran un rendimiento mejor que el de las mujeres a diferencia de los resultados obtenidos en alfabetización lectora, los cuales no muestran diferencias entre ambos géneros. Estos resultados son comparables con los observados en la Evaluación Nacional 2001 (UMC, 2004b), en la cual los estudiantes hombres de cuarto grado de secundaria, grado en el que se encuentra la mayor proporción de estudiantes de 15 años, lograron un desempeño por encima del obtenido por las mujeres en Matemáticas, mientras que, en Comunicación, no se encontraron diferencias entre ambos géneros.
- El compromiso del estudiante con la escuela, medido por medio de la asistencia y la puntualidad –que, de alguna manera, reflejan su actitud hacia los estudios–, y su sentido de pertenencia a la escuela influyen positivamente sobre su rendimiento en alfabetización matemática, situación similar a la observada en el caso de alfabetización lectora (UMC, 2004a). En cuanto a alfabetización científica, solo el sentido de pertenencia a la escuela por parte del estudiante influye positivamente sobre su rendimiento.
- Con respecto a los hábitos de asistencia y puntualidad, se encontró que alrededor de un 58% de los estudiantes declara haber llegado tarde al centro educativo por lo menos una vez en las dos se-

manas previas a la evaluación, mientras que un 43% declara haber faltado por lo menos una vez al centro educativo en ese mismo periodo, problema que se presenta con mayor fuerza en los centros educativos estatales. Estos resultados indicarían que los estudiantes están perdiendo un número considerable de horas de clase, lo cual perjudica su rendimiento.

- En relación con el sentido de pertenencia a la escuela por parte de los estudiantes, se encontró que, entre todos los países de la región, los alumnos peruanos de 15 años son los que poseen el menor sentido de pertenencia, siendo este menor en los centros educativos estatales que en los no estatales.
- En cuanto a las características de los centros educativos, las diferencias socioeconómicas que existen entre las escuelas explican en gran medida las diferencias en rendimiento tanto en alfabetización matemática como en alfabetización científica. Así mismo, se aprecia que el efecto del nivel socioeconómico es mucho más fuerte en el nivel de escuela (nivel 2) que en el nivel individual (nivel 1). Esta situación se explica por el hecho de que las diferencias socioeconómicas al interior de las escuelas suelen ser menores que entre estas, ya que las escuelas tienden a concentrar a estudiantes con niveles socioeconómicos similares.
- Así mismo, se encontró que las diferencias en rendimiento en alfabetización matemática, atribuidas al tipo de gestión del centro educativo y al ámbito de ubicación geográfica del mismo, desaparecen al controlar el nivel socioeconómico promedio del aula, y los recursos educativos y físicos con los que cuenta la escuela. Es decir, si las escuelas estatales y no estatales, así como las urbanas y rurales, atendieran a una población con el mismo nivel socioeconómico y, además, fueran similares en cuanto a recursos educativos e infraestructura, las diferencias en rendimiento en alfabetización matemática atribuidas al tipo de gestión de la escuela desaparecerían.

- En alfabetización científica, aun después de controlar el nivel socioeconómico promedio de los estudiantes, las diferencias a favor de las escuelas no estatales persisten, lo cual indica que la brecha entre los centros educativos estatales y no estatales se mantiene independientemente del nivel socioeconómico de la población a la que atienden.
- Otro factor relacionado con las características de las escuelas que influye positivamente en el desempeño de los estudiantes en alfabetización matemática y científica es la calidad y disponibilidad de los recursos físicos y educativos. Al respecto, se encontró que los directores peruanos señalan a la baja calidad de los recursos físicos y educativos como elemento influyente en el desempeño de sus estudiantes en mayor medida que los directores del resto de países de la región. Cabe anotar, además, que son los directores de los centros estatales los que, al interior del país, dan mayor relevancia a dicho problema. Entre los recursos físicos y educativos, es la escasez de estos últimos la que afecta en mayor grado el desempeño de los estudiantes según la opinión de los directores, principalmente, del sector estatal.
- La percepción de los estudiantes sobre su relación con los docentes influye positivamente sobre el rendimiento en alfabetización matemática y científica, lo que resulta importante tomar en cuenta, ya que, mejorando el clima que existe en la escuela, se podría mejorar el rendimiento en dichas áreas. Este hecho ofrece un margen de acción para la política educativa totalmente desligado del aspecto socioeconómico.
- En el nivel de la escuela, además de las variables mencionadas que muestran un efecto neto sobre el rendimiento, la escasez e inadecuación de docentes, y el clima de la escuela relativo a los estudiantes mostraron relación con el desempeño de los alumnos.
- Respecto de la escasez y la inadecuación de docentes, estas son percibidas por los directores de los centros educativos peruanos como un problema que afecta en mayor medida el aprendizaje de sus estudiantes en contraste con la percepción de los directores de Brasil y Chile, y con el promedio OCDE. Al respecto, se encuentra que los directores señalan que la escasez e inadecuación de docentes de Ciencias Naturales afecta, de manera particular, el desempeño de sus estudiantes en esta área, problema que es más frecuente en los centros educativos estatales.
- De otro lado, entre los factores que determinan el índice de clima, el que más afecta el desempeño de los estudiantes es su inasistencia al centro educativo y a las clases, problema que resulta ser más frecuente en los centros estatales.
- En cuanto a las características individuales y familiares de los estudiantes, además de las variables mencionadas que muestran un efecto neto sobre el rendimiento, se observaron algunos factores que muestran una relación positiva con este: el uso de la lengua dominante del país, el estatus ocupacional de los padres, el nivel de riqueza familiar y el nivel educativo de los padres.
- En relación con el factor lingüístico, las diferencias en el desempeño encontradas entre los estudiantes que en sus hogares se comunican la mayor parte del tiempo mediante la lengua socialmente dominante del país y los que lo hacen mediante otra lengua resultan ser favorables a los primeros. Cabe indicar que esta situación podría estar vinculada con diferencias en las oportunidades de aprendizaje brindadas a grupos de diferentes orígenes étnicos.
- Finalmente, al analizar la relación entre los resultados en alfabetización lectora, matemática y científica, se encuentra una relación positiva significativa entre el desempeño de los estudiantes en alfabetización lectora y matemática, y entre alfabetización lectora y científica. Esta correspondencia estaría vinculada con el hecho de que una de las primeras fases para resolver un problema es la comprensión del mismo, para lo cual es ne-

cesario pasar por los procesos de comprensión lectora (obtención de información, interpretación, reflexión y evaluación). Este resultado indicaría que la mejora en la educación no implica contemplar las áreas de conocimiento por separado, sino aprovechar la relación que existe entre ellas, de manera que una mejora en una de ellas implique un mejor desempeño en el resto de áreas.

- Por lo expuesto, dados los resultados obtenidos por los estudiantes peruanos y las brechas encontradas entre grupos de es-

tudiantes que comparten diferentes características (de género, étnicas, etc.), y entre los centros educativos estatales y no estatales, es posible afirmar que el sistema educativo peruano aún enfrenta el reto de garantizar el desarrollo de habilidades para la vida de los estudiantes y brindar las oportunidades de aprendizaje que logren disminuir las brechas de rendimiento existentes al interior del sistema.



## BIBLIOGRAFÍA

- Australian Council for Educational Research (ACER) (2001).** *15-up and Counting, Reading, Writing, Reasoning... How Literate are the Australian's Students?: the PISA 2000 Survey of Student's Reading, Mathematical and Scientific Literacy Skills*. Disponible en: <http://www.pisa.oecd.org/NatReports/cntry.htm>
- Adams, R. y Wu, M. (2000).** *PISA 2000. Technical Report*. OECD, París.
- Barrow, J. (1997).** *¿Por qué el mundo es matemático?* Grijalbo Mondadori, Barcelona.
- Bishop, A. (1988).** *Enculturación matemática*. Paidós, Barcelona.
- Bryk, A. y Raudensbush, S. (1992)** *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Sage, London.
- Cockcroft, W. (1985).** *Informe de la comisión sobre enseñanza de las matemáticas en las escuelas*. MEC, Madrid.
- Courant, R. y Robbins, H. (1962).** *¿Qué es la matemática?* Aguilar, Madrid.
- Devlin, K. (2002).** *El lenguaje de las matemáticas*. Robin Book, Barcelona.
- De Guzmán, M. (1992).** *Tendencias innovadoras en educación matemática*. OEI-Ministerio de Educación de Portugal. Disponible en internet en: <http://www.prof2000.pt/users/adam/Matematica/Textos/TIEMGuzman.pdf>
- De Guzmán, M. (1983).** *Para pensar mejor*. Labor, Barcelona.
- Freudenthal, H. (1983).** *Fenomenología didáctica de las estructuras matemáticas*. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel.
- Human Resources Development Canada and Council of Ministers of Education (2001).** *Measuring up: The Performance's of Canada's Youth in Reading, Mathematics and Science. OECD Pisa Study – First results for Canadians aged 15*. Minister of Industry, Ontario.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2001).** *Encuesta Nacional de Hogares. IV trimestre*. INEI, Lima.
- INEI (2002).** "Perú: estimaciones y proyecciones de población total, urbana y rural por años calendario y edades simples, 1970 – 2025". *Boletín Especial* N° 15, Dirección Técnica de Demografía, INEI, Lima.
- Kline, M. (2000).** *Matemática: la pérdida de la certidumbre*. Siglo XXI, México D.F.
- Lange, J. y Verhage, H. (1992).** *Data visualization*, Sunburst, Pleasantville, N.Y.
- Ministerio de Educación del Perú (2001a).** *Estadísticas Básicas 2001*. Ministerio de Educación del Perú, Lima.
- Ministerio de Educación del Perú (2001b).** *El desarrollo de la educación*. Ministerio de Educación del Perú, Lima.
- Ministerio de Educación del Perú (2002).** "La educación peruana a inicios del nuevo siglo". En: *Documento de Trabajo* N° 12. Ministerio de Educación del Perú / MECEP, Lima.

- Ministerio de Educación de Chile, Unidad de Currículo y Evaluación (2004).** *Competencias para la vida. Resultados de los estudiantes chilenos en el estudio PISA 2000.* Ministerio de Educación de Chile, Santiago.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000).** *Principles and standards for school mathematics.* Reston, Virginia.
- Newman, J. (1998).** *Sigma: el mundo de las matemáticas.* Vols. 1 - 6. Grijalbo, Barcelona.
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (1999).** *Measuring Student Knowledge and Skills – A New Framework for Assessment.* OECD, París.
- OECD / INCE (2000).** *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. Un nuevo marco para la evaluación.* / OCDE. Madrid: INCE.
- OECD (2001a).** *Knowledge and Skills for Life. First Results from OECD Programme for International Student Assessment. PISA 2000.* OECD, París.
- OECD (2001b).** *Student Engagement at School. A Sense of Belonging and Participation. Results from PISA 2000.* OECD, París.
- OECD (2001c).** *Education at a Glance. OECD Indicators. Education and Skills.* 2001 edition. OECD, París.
- OECD (2001d).** Marco de trabajo para la evaluación matemática de PISA. Foro de matemática y grupo experto de matemáticas. 17 al 20 de septiembre, Nijmegen.
- OECD / INCE (2001).** *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el Proyecto PISA 2000.* / OCDE. Madrid: INCE.
- OECD (2002).** *Reading for Change: Performance and Engagement Across Countries.* OECD, París.
- OECD / UNESCO (2003).** *Literacy Skills for the World of Tomorrow – Further Results from PISA 2000.* UNESCO-OECD, Montreal.
- OREALC y Ministerio de Educación de Chile (2002).** *Informe regional. Panorama educativo de las Américas.* OREALC, Ministerio de Educación de Chile, Santiago.
- Paulos, J. (2000).** *El hombre anumérico.* Tusquets Editores, Barcelona.
- Polya, G. (1979).** *Cómo plantear y resolver problemas.* Trillas, México.
- Raudenbush, S., Bryk, A., Cheong, Y. y R. Congdon (2000).** *HLM 5. Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling.* Scientific Software International, Inc., EE.UU.
- Schoenfeld, A. (1985).** *Mathematical Problem Solving.* Academic Press, NuevaYork.
- Steen, L. (1998).** *La enseñanza agradable de las matemáticas.* Limusa, México.
- UMC (Unidad de Medición de la Calidad Educativa) (2002a).** *Boletín UMC, N° 21: El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes de la OCDE (PISA) y la participación del Perú.* UMC, Ministerio de Educación del Perú, Lima.
- UMC (2002b).** *Cuarto de primaria y secundaria. Factores asociados al rendimiento en Matemática.* Versión preliminar. UMC, Ministerio de Educación del Perú, Lima.
- UMC (2004a).** *Una aproximación a la alfabetización lectora de los estudiantes peruanos de 15 años. Resultados del Perú en la evaluación internacional PISA.* UMC, Ministerio de Educación del Perú, Lima.
- UMC (2004b).** *Factores asociados al rendimiento estudiantil. Resultados de la Evaluación Nacional 2001.* Actualmente en impresión.
- UNESCO / OECD (2001).** *Teachers for Tomorrow's Schools: Analysis of the World Education Indicators.* 2001 edition. UNESCO – OECD, París.
- UNESCO – UIS / OECD (2003).** *Financing Education- Investments and Returns: Analysis of the World Education Indicators.* 2002 edition. UNESCO – UIS / OECD, París.
- UNESCO-OREALC (2001).** *Situación educativa de América Latina y el Caribe 1980 – 2000.* UNESCO-OREALC, Santiago de Chile.
- WESTAT (2000).** *WESVAR™ 4.0 User's Guide.* Rockville, EE.UU.

# ANEXOS





## Anexo 1

### Gasto en educación como porcentaje del PBI <sup>1/</sup>

País	Recursos del Estado	Recursos de privados	Total recursos
Argentina	4,5	1,3	5,8
Brasil <sup>2/</sup>	5,1	n.d.	n.d.
Chile	4,1	3,1	7,2
México	4,4	0,8	5,2
Perú	3,3	1,3	4,6
Promedio OCDE	4,9	0,6	5,5

1/ Año de referencia: 1999

2/ Año de referencia: 1998

Fuente: OECD / UNESCO (2002). Financing Education-investments and Returns. Analysis of the WEI.

## Anexo 2

### Puntaje promedio obtenido por los estudiantes de 15 años en la escala de alfabetización matemática y científica, según país

País	Alfabetización matemática			Alfabetización científica		
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Desviación estándar	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Desviación estándar
Argentina	387,7	9,4	120,3	396,1	8,6	109,4
Brasil	334,0	3,7	97,4	375,2	3,3	90,5
Chile	383,5	3,7	93,7	414,9	3,4	94,5
México	387,4	3,3	82,8	421,5	3,2	77,1
Perú	291,9	4,4	107,7	332,8	4,0	89,7
Promedio región <sup>1/ 2/</sup>	357,0	2,3	108,3	388,1	2,2	98,2
Promedio OCDE <sup>1/ 2/</sup>	499,3	0,7	100,4	499,2	0,6	100,5

1/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

2/ Incluye a México.

3/ Los errores estándar fueron calculados usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

### Anexo 3 Distribución de los centros educativos según tipo de centro

País	Estatales	No estatales	
		Privados dependientes	Privados independientes
Argentina	61,8	31,7	6,5
Brasil	89,5	n.d.	10,5
Chile	54,3	32,8	12,9
México	85,1	n.d.	14,9
Perú	92,5	0,8	6,7

n.d.: Dato no disponible

Fuente: OECD / UNESCO (2003). Literacy Skills for the World of Tomorrow. Further Results from PISA 2000.

### Anexo 4 Influencia del nivel socioeconómico en el desempeño del estudiante en alfabetización matemática y científica

	Media ajustada por el nivel socioeconómico <sup>1/</sup>	Impacto del nivel socioeconómico <sup>2/</sup>	Aumento del impacto del nivel socioeconómico <sup>3/</sup>
<b>Alfabetización matemática</b>			
Perú	294,5	41,9	11,6
Argentina	372,5	51,5	4,5
Brasil	333,8	44,5	7,0
Chile	374,5	43,2	3,0
México	388,8	34,9	3,7
<b>Alfabetización científica</b>			
Perú	335,1	33,0	8,4
Argentina	381,0	40,9	6,7
Brasil	373,3	36,1	8,1
Chile	402,8	38,9	6,8
México	420,2	29,9	4,5

1/ Representa el puntaje promedio de un estudiante cuyo nivel socioeconómico es igual al nivel socioeconómico promedio de la región.

2/ Es el coeficiente del término lineal del nivel socioeconómico. Indica el incremento en el puntaje de un estudiante con un nivel socioeconómico igual al promedio de la región ante un aumento de una desviación estándar en el nivel socioeconómico.

3/ Es el coeficiente del término cuadrático del nivel socioeconómico. Representa el aumento del impacto del nivel socioeconómico en el desempeño de un estudiante que tiene un nivel socioeconómico igual al promedio de la región.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa

## Anexo 5 Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según cuartil del índice de escasez e inadecuación de recursos del centro

País	Rendimiento promedio											
	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>
Argentina	330,89	10,805	425,99	7,824	95,10	14,039	354,75	11,254	427,71	7,757	72,96	15,23
Brasil	303,4	9,13	338,86	4,338	35,46	10,569	349,92	8,202	379,41	3,777	29,49	9,30
Chile	344,2	13,827	387,63	4	43,43	15,342	381,59	15,302	418,35	3,752	36,76	16,69
México	365,33	6,244	401,28	5,634	35,95	9,64	400,91	5,127	434,38	5,24	33,47	8,24
Perú	257,98	6,43	313,43	6,422	55,45	9,713	310,73	6,334	346,88	5,156	36,15	8,33
Promedio región 1/	324,57	5,191	357,11	3,371	32,54	8,18	365,34	4,926	392,23	2,931	26,89	7,08

1/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

2/ Los errores estándar fueron calculados usando el método de Fay.

3/ Las diferencias positivas indican un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil superior del índice y las negativas, un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil inferior. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 6 Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según cuartil del índice de escasez e inadecuación de docentes

País	Rendimiento promedio											
	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>
Argentina	394,35	11,73	429,23	15,64	34,88	22,25	402,19	12,19	434,40	11,75	32,21	18,95
Brasil	324,94	6,40	342,64	7,23	17,70	10,22	368,82	5,61	381,87	6,30	13,05	8,79
Chile	369,86	8,07	391,25	7,07	21,39	11,78	407,20	7,78	422,34	6,30	15,14	10,67
México	374,22	7,78	381,13	10,12	6,91	12,39	405,58	6,50	420,38	8,64	14,80	10,67
Perú	275,78	8,53	324,00	11,58	<b>48,22</b>	14,66	321,67	7,63	351,88	8,53	<b>30,21</b>	11,74
Perú Estatal	264,75	7,69	294,07	9,66	<b>29,32</b>	12,72	314,15	6,92	332,62	6,62	18,47	10,16
Perú No Estatal	375,24	14,29	421,23	15,04	<b>45,99</b>	21,69	387,17	18,66	418,31	16,08	31,14	24,63
Promedio región	338,16	4,71	357,61	6,11	<b>19,45</b>	8,18	376,66	4,19	392,87	5,05	<b>16,21</b>	7,08

1/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

2/ Los errores estándar fueron calculados usando el método de Fay.

3/ Las diferencias positivas indican un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil superior del índice y las negativas, un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil inferior. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 7

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según cuartil del índice de clima en el centro educativo relativo a factores del estudiante

País	Rendimiento promedio											
	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>
Argentina	388,5	11,6	453,8	16,2	<b>65,3</b>	20,0	395,2	10,9	460,4	12,8	<b>65,2</b>	17,1
Brasil	321,1	5,8	369,5	10,0	<b>48,4</b>	11,6	366,3	6,3	404,0	7,7	<b>37,7</b>	9,9
Chile	359,0	6,1	444,2	7,6	<b>85,2</b>	9,5	390,8	6,6	476,4	8,2	<b>85,6</b>	10,2
México	375,7	8,1	385,2	9,5	9,4	12,8	407,5	7,0	425,8	7,4	18,2	10,8
Perú	267,3	7,5	326,2	16,3	<b>58,9</b>	18,1	318,2	6,2	357,4	13,3	<b>39,2</b>	14,8
Perú Estatal	260,5	6,4	277,1	14,1	16,6	15,6	312,9	4,9	317,5	12,0	4,7	13,3
Perú No Estatal	351,1	27,5	405,5	12,7	54,3	30,3	381,9	26,9	419,5	11,5	37,6	28,7
Promedio región	336,1	4,8	378,0	7,6	<b>42,0</b>	9,0	374,6	4,5	412,3	5,7	<b>37,7</b>	7,4

1/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

2/ Los errores estándar fueron calculados usando el método de Fay.

3/ Las diferencias positivas indican un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil superior del índice y las negativas, un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil inferior. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 8

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según cuartil del índice de clima en el centro educativo relativo a factores del docente

País	Rendimiento promedio											
	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>
Argentina	384,2	12,0	446,9	15,1	<b>62,7</b>	20,2	393,2	11,3	449,3	13,7	<b>56,1</b>	18,3
Brasil	318,9	6,7	357,9	9,8	<b>39,0</b>	12,3	362,4	6,3	393,8	8,1	<b>31,5</b>	10,6
Chile	360,0	7,7	402,5	11,3	<b>42,5</b>	13,5	394,2	8,0	440,4	10,2	<b>46,2</b>	12,9
México	381,6	8,7	378,2	10,8	-3,4	13,7	414,1	7,6	419,6	9,1	5,5	11,8
Perú	275,8	7,2	301,2	14,5	25,5	15,9	321,3	6,9	342,6	10,1	21,3	11,6
Perú Estatal	269,4	5,9	258,8	11,1	-10,7	12,2	315,8	5,6	311,3	7,7	-4,6	8,9
Perú No Estatal	351,7	27,4	433,0	15,5	<b>81,3</b>	30,9	384,0	26,4	445,3	16,5	<b>61,3</b>	30,4
Promedio región	336,5	4,9	367,6	7,6	<b>31,1</b>	9,6	374,2	4,3	402,1	6,3	<b>28,0</b>	8,1

1/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

2/ Los errores estándar fueron calculados usando el método de Fay.

3/ Las diferencias positivas indican un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil superior del índice y las negativas, un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil inferior. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 9

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según cuartil del índice de entusiasmo y dedicación de los docentes

País	Rendimiento promedio											
	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>
Argentina	337,46	20,5	407,65	13,0	<b>70,19</b>	20,0	350,83	19,6	413,00	11,4	<b>62,17</b>	19,4
Brasil	344,54	12,5	346,68	7,6	2,14	15,0	387,14	8,1	385,68	6,9	-1,46	11,1
Chile	353,98	11,4	407,47	7,1	<b>53,49</b>	13,7	384,42	10,6	437,23	7,0	<b>52,81</b>	12,3
México	363,74	12,1	394,34	7,8	<b>30,60</b>	15,6	404,93	10,9	428,83	6,7	23,90	14,0
Perú	279,48	10,0	299,64	8,9	20,16	14,2	326,48	8,5	338,52	6,9	12,04	11,3
Perú Estatal	272,59	8,8	272,08	8,4	-0,51	12,8	322,10	8,0	315,20	5,8	-6,90	10,3
Perú No Estatal	392,42	42,7	386,49	11,1	-5,93	43,7	397,18	41,0	409,86	10,4	12,68	39,1
Promedio región 1/	342,15	9,2	362,51	5,6	20,36	11,1	382,53	7,0	396,20	5,1	13,67	9,0

1/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

2/ Los errores estándar fueron calculados usando el método de Fay.

3/ Las diferencias positivas indican un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil superior del índice y las negativas, un rendimiento mayor de los estudiantes en el cuartil inferior. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 10

### Rendimiento promedio de hombres y mujeres en la escala de alfabetización matemática y científica

País	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Hombres		Mujeres		Diferencia <sup>1/</sup>		Hombres		Mujeres		Diferencia <sup>1/</sup>	
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Diferencia Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Diferencia Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
Argentina	386	(8,0)	389	(12,6)	-3	(11,0)	388	(8,1)	402	(10,0)	-14	(7,9)
Brasil	349	(4,7)	322	(4,7)	<b>27</b>	(5,6)	376	(4,8)	376	(3,8)	0	(5,6)
Chile	388	(4,8)	380	(4,7)	8	(5,9)	418	(4,7)	412	(4,6)	6	(6,2)
México	393	(4,5)	382	(3,8)	<b>11</b>	(4,9)	423	(4,2)	419	(3,9)	4	(4,8)
Perú	301	(6,1)	285	(6,3)	16	(8,8)	339	(5,3)	328	(4,9)	11	(6,7)
Promedio región 2/	360	(3,2)	341	(3,4)	<b>19</b>	(3,9)	386	(3,3)	385	(2,9)	1	(3,8)

1/ Diferencias positivas indican que los hombres tienen un rendimiento mayor que las mujeres; diferencias negativas indican que las mujeres tienen un rendimiento mayor que los hombres. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 11

### Porcentaje de estudiantes de 15 años según su posición respecto del rendimiento promedio del Perú en la escala de alfabetización matemática y científica, según gestión

País	Alfabetización matemática				Alfabetización científica			
	Por debajo del promedio		En el promedio y por encima del promedio		Por debajo del promedio		En el promedio y por encima del promedio	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Estatal	53,8%	61,2%	46,2%	38,8%	55,9%	61,7%	44,1%	38,3%
No Estatal	10,8%	13,7%	89,2%	86,3%	12,1%	18,1%	87,9%	81,9%
Nacional	47,8%	53,8%	52,2%	46,2%	49,5%	54,7%	50,5%	45,3%

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 12

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según uso del castellano en los hogares 4/

País	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Otra lengua		Castellano		Diferencia 1/		Otra lengua		Castellano		Diferencia 1/	
	Rendimiento promedio	Error estándar 3/	Rendimiento promedio	Error estándar 3/	Rendimiento	Error estándar 3/	Rendimiento promedio	Error estándar 3/	Rendimiento promedio	Error estándar 3/	Rendimiento	Error estándar 3/
Argentina	359	(38,3)	388	(9,5)	29	(35,6)	416	(30,9)	399	(8,3)	-17	(31,9)
Brasil	305	(24,6)	335	(3,7)	30	(24,8)	373	(33,0)	376	(3,3)	3	(33,0)
Chile	359	(23,0)	384	(3,7)	25	(22,8)	386	(26,5)	415	(3,5)	29	(27,2)
México	314	(15,3)	389	(3,5)	<b>75</b>	(15,8)	368	(11,0)	422	(3,3)	<b>54</b>	(11,4)
Perú	233	(8,7)	298	(4,4)	<b>65</b>	(10,3)	284	(9,0)	336	(3,7)	<b>52</b>	(9,1)
Promedio región 2/	295	(11,2)	351	(2,7)	<b>56</b>	(11,5)	352	(14,8)	387	(2,4)	<b>34</b>	(15,2)

1/ Diferencias positivas indican que los que hablan castellano en sus hogares tienen un rendimiento mayor que los que no lo hacen; diferencias negativas indican que los que no hablan castellano tienen un rendimiento mayor que los que hablan castellano. Las diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza son mostradas en negritas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

4/ En el caso de Brasil, es el portugués.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 13

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según el grado al que asiste el estudiante

País	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Grado normativo		Grado atrasado		Diferencia <sup>1/</sup>		Grado normativo		Grado atrasado		Diferencia <sup>1/</sup>	
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
Argentina	425	(6,7)	294	(7,6)	<b>131</b>	(10,3)	432	(6,7)	311	(8,8)	<b>121</b>	(11,4)
Brasil	413	(8,8)	327	(3,8)	<b>87</b>	(9,8)	439	(8,8)	369	(3,3)	<b>70</b>	(9,1)
Chile	412	(3,4)	337	(4,8)	<b>75</b>	(5,0)	441	(3,5)	375	(4,2)	<b>66</b>	(4,7)
México	429	(4,5)	345	(4,6)	<b>84</b>	(6,5)	455	(4,3)	388	(4,2)	<b>67</b>	(6,0)
Perú	337	(4,7)	243	(3,4)	<b>94</b>	(5,1)	364	(4,2)	298	(4,6)	<b>67</b>	(5,4)
Promedio región <sup>2/</sup>	414	(3,3)	325	(3,0)	<b>89</b>	(4,4)	435	(2,7)	367	(2,9)	<b>68</b>	(3,8)

1/ Diferencias positivas indican que los estudiantes que asisten al grado que les corresponde (grado normativo) están mejor que aquellos que asisten a un grado menor (grado atrasado). Las diferencias estadísticamente significativas son mostradas en negritas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 14

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según el índice de asistencia y puntualidad

País	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Alto índice		Bajo índice		Diferencia <sup>1/</sup>		Alto índice		Bajo índice		Diferencia <sup>1/</sup>	
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
Argentina	414	(8,3)	335	(11,0)	<b>79</b>	(9,7)	420	(7,0)	350	(9,5)	<b>70</b>	(9,0)
Brasil	344	(4,5)	316	(5,2)	<b>28</b>	(6,6)	385	(4,0)	359	(4,4)	<b>26</b>	(5,9)
Chile	394	(3,8)	360	(5,2)	<b>34</b>	(5,5)	423	(3,5)	397	(5,1)	<b>26</b>	(5,2)
México	390	(3,8)	378	(5,1)	<b>12</b>	(5,5)	423	(3,5)	415	(5,2)	<b>8</b>	(5,4)
Perú	301	(4,8)	281	(6,1)	<b>21</b>	(6,2)	339	(4,0)	325	(6,3)	<b>13</b>	(5,6)
Promedio región <sup>2/</sup>	381	(19,6)	345	(9,8)	<b>36</b>	(12,2)	399	(7,1)	366	(3,9)	<b>33</b>	(7,2)

1/ Diferencias positivas indican que los estudiantes que poseen un alto índice de asistencia y puntualidad tienen un rendimiento mayor que aquellos que tienen asociado un bajo índice de asistencia y puntualidad. Las diferencias estadísticamente significativas son mostradas en negritas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 15

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según cuartil del índice de sentido de pertenencia al centro educativo

País	Rendimiento promedio											
	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil inferior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Cuartil superior del índice	Error estándar <sup>2/</sup>	Diferencia <sup>3/</sup>	Error estándar <sup>2/</sup>
Argentina	339,37	11,3	415,39	10,1	<b>76,02</b>	10,3	358,61	7,7	439,11	8,5	<b>80,50</b>	10,8
Brasil	327,23	5,8	352,27	6,8	<b>25,04</b>	8,1	368,01	5,4	390,62	5,2	<b>22,61</b>	7,2
Chile	358,14	6,5	406,4	3,6	<b>48,26</b>	6,4	398,09	5,8	432,38	4,1	<b>34,29</b>	5,4
México	358,47	3,9	406,91	4,7	<b>48,44</b>	5,6	399,17	4,3	436,74	4,4	<b>37,57</b>	5,9
Perú	261,63	6,5	319,76	5,9	<b>58,13</b>	7,7	313,56	5,7	359,76	4,7	<b>46,20</b>	7,0
Perú Estatal	250,9	6,4	297,74	6,3	<b>46,84</b>	7,9	304,7	5,4	340,16	4,4	<b>35,46</b>	6,5
Perú No Estatal	372,59	19,0	400,37	9,4	27,78	20,4	395,96	14,4	419,73	10,1	23,77	15,7
Promedio región <sup>2/</sup>	332,58	3,5	372,51	4,2	<b>39,93</b>	4,9	371,71	3,2	403,81	3,9	<b>32,10</b>	4,8

1/ Diferencias positivas indican que los estudiantes del cuartil superior tienen un rendimiento mayor que aquellos del cuartil inferior. Las diferencias estadísticamente significativas son mostradas en negritas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 16

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática, según cuartil del índice de estatus ocupacional

País	Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática, según cuartil del índice de estatus ocupacional								Cambio en el rendimiento en alfabetización matemática por 16.3 unidades del índice de estatus ocupacional <sup>2/</sup>	
	Cuartil inferior		Segundo cuartil		Tercer cuartil		Cuartil superior		Cambio Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>		
Argentina	<b>330</b>	(8,5)	369	(11,6)	413	(11,0)	<b>462</b>	(8,0)	<b>45,6</b>	(3,75)
Brasil	<b>299</b>	(5,1)	315	(4,7)	353	(6,0)	<b>385</b>	(7,6)	<b>33,1</b>	(3,19)
Chile	<b>347</b>	(5,5)	363	(5,0)	395	(4,4)	<b>440</b>	(3,9)	<b>37,5</b>	(2,28)
México	<b>354</b>	(4,8)	375	(4,7)	398	(5,0)	<b>433</b>	(5,9)	<b>30,0</b>	(2,58)
Perú	<b>254</b>	(6,4)	283	(5,5)	297	(5,6)	<b>345</b>	(7,6)	<b>34,2</b>	(3,10)
Promedio región <sup>3/</sup>	<b>314</b>	(3,9)	340	(23,0)	380	(21,3)	<b>410</b>	(29,3)	<b>36,5</b>	(1,59)

1/ Los números en negritas son estadísticamente significativos. Los cuartiles inferior y superior marcados en negrita indican que las diferencias entre ellos son estadísticamente significativas.

2/ 16.3 unidades sobre el índice corresponde a una desviación estándar internacional.

3/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

4/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.



## Anexo 17

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización científica, según cuartil del índice de estatus ocupacional

País	Rendimiento promedio en la escala de alfabetización científica, según cuartil del índice de estatus ocupacional								Cambio en el rendimiento en alfabetización científica por 16.3 unidades del índice de estatus ocupacional <sup>2/</sup>	
	Cuartil inferior		Segundo cuartil		Tercer cuartil		Cuartil superior		Cambio Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>		
Argentina	<b>361</b>	(7,9)	373	(11,5)	416	(10,7)	<b>456</b>	(6,9)	<b>34,2</b>	(3,59)
Brasil	<b>346</b>	(5,6)	363	(5,1)	391	(5,1)	<b>414</b>	(6,7)	<b>25,7</b>	(3,21)
Chile	<b>383</b>	(5,1)	394	(4,7)	421	(5,1)	<b>471</b>	(4,2)	<b>37,5</b>	(2,28)
México	<b>392</b>	(4,1)	410	(3,8)	430	(4,5)	<b>461</b>	(6,4)	<b>25,8</b>	(2,49)
Perú	<b>310</b>	(5,8)	329	(4,8)	333	(5,5)	<b>372</b>	(6,3)	<b>22,8</b>	(2,77)
Promedio región <sup>3/</sup>	357	(8,0)	373	(7,9)	404	(18,7)	434	(14,8)	29,0	(1,36)

1/ Los números en negritas son estadísticamente significativos. Los cuartiles inferior y superior marcados en negrita indican que las diferencias entre ellos son estadísticamente significativas.

2/ 16.3 unidades sobre el índice corresponde a una desviación estándar internacional.

3/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

4/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 18

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática, según cuartil del índice de riqueza familiar

País	Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática, según cuartil del índice de riqueza familiar								Cambio en el rendimiento en alfabetización matemática por unidad del índice de riqueza familiar <sup>2/</sup>	
	Cuartil inferior		Segundo cuartil		Tercer cuartil		Cuartil superior		Cambio Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>		
Argentina	<b>342</b>	(18,4)	348	(10,1)	361	(9,5)	<b>428</b>	(12,7)	<b>39,9</b>	(5,05)
Brasil	<b>287</b>	(7,9)	312	(3,9)	327	(5,8)	<b>381</b>	(6,6)	<b>35,5</b>	(3,11)
Chile	<b>341</b>	(13,7)	359	(5,4)	361	(4,7)	<b>409</b>	(3,6)	<b>31,1</b>	(2,86)
México	<b>357</b>	(5,4)	371	(4,3)	381	(4,6)	<b>421</b>	(6,2)	<b>24,0</b>	(2,27)
Perú	<b>269</b>	(5,5)	276	(5,5)	289	(6,0)	<b>333</b>	(7,6)	<b>26,2</b>	(3,99)
Promedio región <sup>2/</sup>	<b>306</b>	(5,0)	326	(2,9)	339	(3,7)	<b>394</b>	(4,4)	<b>36,5</b>	(1,80)

1/ Los números en negritas son estadísticamente significativos. Los cuartiles inferior y superior marcados en negrita indican que las diferencias entre ellos son estadísticamente significativas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 19

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización científica, según cuartil del índice de riqueza familiar

País	Rendimiento promedio en la escala de alfabetización científica, según cuartil del índice de riqueza familiar								Cambio en el rendimiento en alfabetización científica por unidad del índice de riqueza familiar <sup>2/</sup>	
	Cuartil inferior		Segundo cuartil		Tercer cuartil		Cuartil superior		Cambio	Error estándar <sup>3/</sup>
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>		
Argentina	<b>346</b>	(14,4)	365	(7,7)	369	(9,2)	<b>435</b>	(7,4)	<b>37,1</b>	(3,61)
Brasil	<b>331</b>	(5,3)	362	(4,7)	367	(5,3)	<b>411</b>	(5,5)	<b>29,2</b>	(2,48)
Chile	<b>378</b>	(9,8)	387	(5,1)	394	(3,9)	<b>440</b>	(4,1)	<b>30,5</b>	(2,62)
México	<b>393</b>	(4,7)	407	(4,1)	412	(4,0)	<b>454</b>	(5,9)	<b>22,2</b>	(2,23)
Perú	<b>314</b>	(6,1)	322	(4,0)	331	(4,7)	<b>365</b>	(6,5)	<b>21,2</b>	(3,14)
Promedio región <sup>2/</sup>	<b>346</b>	(3,8)	370	(3,1)	374	(3,6)	<b>421</b>	(3,7)	<b>31,6</b>	(1,38)

1/ Los números en negritas son estadísticamente significativos. Los cuartiles inferior y superior marcados en negrita indican que las diferencias entre ellos son estadísticamente significativas.

2/ Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

3/ El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 20

### Porcentaje de estudiantes según nivel educativo alcanzado por sus madres

País	Ninguno	Primaria	Secundaria	Estudios superiores	Nacional
Argentina	3,1%	37,1%	40,3%	19,5%	100%
Brasil	5,5%	37,3%	45,8%	11,4%	100%
Chile	1,7%	17,2%	69,8%	11,3%	100%
México	15,3%	40,1%	34,1%	10,5%	100%
Perú Estatal	5,2%	43,7%	40,2%	11,0%	100%
Perú No estatal	1,0%	11,4%	38,6%	49,0%	100%
Perú	4,5%	38,8%	40,0%	16,8%	100%

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 21

### Porcentaje de estudiantes según nivel educativo alcanzado por sus padres

País	Ninguno	Primaria	Secundaria	Estudios superiores	Nacional
Argentina	3,5%	37,8%	38,3%	20,5%	100%
Brasil	6,7%	35,1%	43,8%	14,5%	100%
Chile	1,8%	13,8%	70,9%	13,5%	100%
México	12,1%	34,8%	36,4%	16,7%	100%
Perú Estatal	1,7%	29,4%	47,6%	21,3%	100%
Perú No Estatal	0,4%	6,7%	34,7%	58,2%	100%
Perú	1,5%	26,0%	45,6%	26,9%	100%

Fuente: OECD Base de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 22

### Rendimiento promedio en la escala de alfabetización matemática y científica, según el índice de comunicación social en el hogar

País	Alfabetización matemática						Alfabetización científica					
	Alto índice		Bajo índice		Diferencia <sup>1/</sup>		Alto índice		Bajo índice		Diferencia <sup>1/</sup>	
	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Diferencia Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Rendimiento promedio	Error estándar <sup>3/</sup>	Diferencia Rendimiento	Error estándar <sup>3/</sup>
Argentina	398	(11,6)	377	(14,0)	21	(13,6)	401	(6,9)	391	(11,8)	10	(9,2)
Brasil	355	(6,0)	339	(6,2)	<b>16</b>	(7,9)	380	(4,4)	371	(3,9)	9	(5,1)
Chile	393	(4,1)	373	(4,3)	<b>19</b>	(4,0)	422	(4,1)	407	(4,3)	<b>16</b>	(5,1)
México	405	(5,6)	384	(4,5)	<b>21</b>	(6,7)	432	(4,5)	416	(3,2)	<b>16</b>	(4,3)
Perú	327	(6,8)	303	(6,0)	<b>24</b>	(7,4)	345	(4,6)	323	(4,5)	<b>22</b>	(4,0)
Promedio región <sup>2/</sup>	379	(20,2)	360	(13,6)	<b>19</b>	(8,6)	395	(9,7)	382	(3,2)	12	(8,1)

<sup>1/</sup> Diferencias positivas indican que los estudiantes en cuyos hogares existe un alto grado de comunicación social tienen un rendimiento mejor que aquellos en cuyos hogares existe un bajo grado de comunicación social. Las diferencias estadísticamente significativas son mostradas en negritas.

<sup>2/</sup> Se ha asumido que cada país tiene una población estudiantil de igual tamaño.

<sup>3/</sup> El error estándar fue calculado usando el método de Fay.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

**Anexo 23****Estadísticos descriptivos de las variables consideradas en el análisis de factores asociados al rendimiento en alfabetización matemática y científica**

Nombre de la variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>NIVEL DE ESTUDIANTE</b>					
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización matemática	2460	291,86	106,91	-63,15	714,36
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización matemática	2460	292,74	108,17	-83,75	725,05
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización matemática	2460	290,66	106,45	-26,18	732,68
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización matemática	2460	292,38	108,03	-69,48	670,10
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización matemática	2460	292,70	108,57	-55,74	732,68
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización científica	2461	332,82	89,07	48,82	701,98
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización científica	2461	330,98	89,65	5,00	701,98
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización científica	2461	335,21	89,99	-48,22	701,98
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización científica	2461	333,05	90,05	57,32	701,98
Valor plausible del puntaje en la escala de alfabetización científica	2461	334,64	89,43	22,72	655,98
Índice de nivel socioeconómico del estudiante	4429	-0,16	0,85	-2,48	2,83
Índice de comunicación social en el hogar	4429	-0,26	1,10	-3,63	1,19
Mujer	4429	0,50	0,50	0	1
Castellano	4429	0,95	0,22	0	1
Asistencia y puntualidad	4429	472,58	112,04	19,79	762,95
Sentido de pertenencia del estudiante con respecto a la escuela	4429	480,09	97,25	159,88	731,82
Grado 8	4429	0,15	0,36	0	1
Grado 9	4429	0,24	0,42	0	1
Grado 10	4429	0,44	0,49	0	1
Grado 11	4429	0,09	0,29	0	1
<b>NIVEL DE ESCUELA</b>					
No estatal	177	0,23	0,42	0	1
Rural	177	0,37	0,48	0	1
Recursos educativos e infraestructura	177	2,29	0,86	1	4
Nivel socioeconómico promedio	177	-1,39	0,86	-2,66	0,94
Relación entre profesores y estudiantes	177	0,94	0,08	0,53	1

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 24

### Resultados de los modelos de factores asociados al rendimiento en alfabetización matemática

VARIABLES INDIVIDUALES		Modelo nulo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Características de la familia del estudiante	Índice de nivel socioeconómico del estudiante		4,74	4,74	4,74	4,74	4,74
	Índice de comunicación social en el hogar		-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
Características del estudiante	Mujer		-29,62*	-29,62*	-29,62*	29,62*	-29,62*
	Castellano		-14,10	-14,10	-14,10	-14,10	-14,10
	Grado 8		34,26*	34,26*	34,26*	34,26*	34,26*
	Grado 9		49,25*	49,25*	49,25*	49,25*	49,25*
	Grado 10		86,66*	86,66*	86,66*	86,66*	86,66*
	Grado 11		116,57*	116,57*	116,57*	116,57*	116,57*
	Asistencia y puntualidad		5,11*	5,11*	5,11*	5,11*	5,11*
Sentido de pertenencia del estudiante con respecto a la escuela			4,57*	4,57*	4,57*	4,57*	4,57*
VARIABLES ESCOLARES		Modelo nulo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Intercepto o promedio general		291,26*	291,13*	291,82*	292,05*	292,25*	292,14*
Composición socioeconómica de la clase	Nivel socioeconómico promedio			62,80*	49,76*	44,54*	45,72*
Características institucionales y sociodemográficas	No estatal				33,65*	24,44**	21,30
	Rural				-15,56	-14,05	-6,92
Recursos del centro educativo	Índice de recursos educativos y de infraestructura					13,54*	10,14*
Clima en la escuela	Relación entre profesores y estudiantes						13,71*
		Modelo nulo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Varianza entre escuelas		4877,92*	5004,71*	1640,29*	1549,46*	1454,84*	1332,83*
Varianza al interior de las escuelas		7471,85	6502,91	6510,30	6515,67	6515,50	6515,90
Diferencias en rendimiento atribuidas al nivel 2		39,5%					
Porcentaje explicado de las diferencias entre escuelas							72,7%
Porcentaje explicado de las diferencias al interior de las escuelas							12,8%

\* Coeficientes significativos al 95% de confianza.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 25 Resultados de los modelos de factores asociados al rendimiento en alfabetización científica

Variables individuales		Modelo nulo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	
Características de la familia del estudiante	Índice de nivel socioeconómico del estudiante		2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	
	Índice de comunicación social en el hogar		1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	
Características del estudiante	Mujer		-12,44*	-12,44*	-12,44*	-12,44*	-12,44*	
	Castellano		-1,21	-1,21	-1,21	-1,21	-1,21	
	Grado 8		12,67	12,67	12,67	12,67	12,67	
	Grado 9		19,73*	19,73*	19,73*	19,73*	19,73*	
	Grado 10		46,06*	46,06*	46,06*	46,06*	46,06*	
	Grado 11		64,01*	64,01*	64,01*	64,01*	64,01*	
	Asistencia y puntualidad		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	
	Sentido de pertenencia del estudiante con respecto a la escuela		5,15*	5,15*	5,15*	5,15*	5,15*	
Variables escolares		Modelo nulo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	
Intercepto o promedio general		333,00*	332,95*	333,18*	333,51*	333,63*	333,48*	
Composición socioeconómica de la clase	Nivel socioeconómico promedio			44,43*	34,66*	31,85*	33,18*	
Características institucionales y sociodemográficas	No estatal				30,79*	25,92*	22,55*	
	Rural				-2,58	-1,76	5,90	
Recursos del centro educativo	Índice de recursos educativos y de infraestructura					7,22*	3,73	
Clima en la escuela	Relación entre profesores y estudiantes						14,25*	
		Modelo nulo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	
Varianza entre escuelas		2523,05*	2568,71*	926,03*	855,76*	834,56*	732,65*	
Varianza al interior de las escuelas		5763,71	5360,09	5361,11	5366,18	5365,39	5355,64	
Diferencias en rendimiento atribuidas al nivel 2		30,4%						
Porcentaje explicado de las diferencias entre escuelas								71,0%
Porcentaje explicado de las diferencias al interior de las escuelas								7,1%

\* Coeficientes significativos al 95% de confianza.

Fuente: OECD Bases de datos PISA 2003.

Elaboración: Ministerio de Educación - Unidad de Medición de la Calidad Educativa.

## Anexo 26

### Definición de las variables utilizadas en este estudio

#### Variables relacionadas con los estudiantes

##### 1. Nivel educativo de la madre

Esta variable recoge el número de años de escolaridad alcanzado por la madre del estudiante. Se obtiene a partir de las siguientes preguntas formuladas al estudiante:

- i) ¿Terminó tu madre los estudios secundarios?

Las alternativas de respuesta para esta pregunta fueron:

- a) No, no terminó primaria.
- b) No, sólo terminó primaria.
- c) No, no terminó secundaria.
- d) Sí, terminó secundaria.

- ii) ¿Terminó tu madre estudios superiores (universitarios o no universitarios) o de postgrado?

Las alternativas de respuesta para esta pregunta fueron:

- a) Sí.
- b) No.

##### 2. Nivel educativo del padre

Esta variable recoge el número de años de escolaridad alcanzado por el padre del estudiante. Se obtiene a partir de las siguientes preguntas formuladas al estudiante:

- i) ¿Terminó tu padre los estudios secundarios?

Las alternativas de respuesta para esta pregunta fueron:

- a) No, no terminó primaria.
- b) No, sólo terminó primaria.
- c) No, no terminó secundaria.
- d) Sí, terminó secundaria.

- ii) ¿Terminó tu padre estudios superiores (universitarios o no universitarios) o de postgrado?

Las alternativas de respuesta para esta pregunta fueron:

- a) Sí.
- b) No.

### 3. Índice de estatus ocupacional de los padres

Este índice captura los atributos de la ocupación, que convierten la educación de los padres en ingresos. El índice fue elaborado por PISA (Adams & Wu, 2002) a partir de las respuestas de los estudiantes sobre la ocupación de sus padres.

Las preguntas realizadas a los estudiantes sobre la ocupación de su padre y de su madre fueron:

- i) ¿Qué hace actualmente tu madre?
- ii) ¿Qué hace actualmente tu padre?
- iii) ¿Cuál es la ocupación principal de tu madre? (por ejemplo, profesora, enfermera, vendedora, agricultora, ama de casa)
- iv) ¿Cuál es la ocupación principal de tu padre? (por ejemplo, profesor, carpintero, jefe de ventas, chofer)

Las primeras dos preguntas fueron abiertas y sus opciones de respuesta fueron:

- a) Trabajo remunerado a tiempo completo (8 horas o más al día).
- b) Trabajo remunerado a tiempo parcial (menos de 8 horas al día).
- c) No trabaja, pero está buscando trabajo.
- d) Otros (p.e., tareas del hogar, jubilado).

### 4. Índice de comunicación social en el hogar

Este índice fue elaborado por PISA (Adams & Wu, 2002) a partir de la respuesta de los estudiantes sobre la frecuencia con la que estos y sus padres (o apoderados) realizan ciertas actividades en el hogar.

Las preguntas que se realizaron para la construcción de este índice fueron:

Indica con qué frecuencia tus padres o tutores...

- a) conversan contigo acerca de cómo te va en el colegio.
- b) se sientan a comer contigo.
- c) conversan contigo sobre otros temas interesantes.

Las opciones de respuesta para las preguntas anteriores fueron:

- Nunca o casi nunca.
- Unas cuantas veces al año.
- Alrededor de una vez al mes.
- Varias veces al mes.
- Varias veces a la semana.

### 5. Índice de recursos educativos en el hogar

Este índice fue construido por PISA (Adams & Wu, 2002) a partir de las respuestas de los estudiantes sobre la disponibilidad de ciertos artículos en el hogar.

Para construir este índice se realizó la siguiente pregunta a los estudiantes:

¿Tienes en tu casa...

- a) un diccionario?
- b) un lugar tranquilo donde estudiar?
- c) un escritorio para estudiar?
- d) textos de estudio?

Las opciones de respuesta para las preguntas anteriores fueron:

- Sí.
- No.

### 6. Indicador socioeconómico del estudiante

Este indicador se construye realizando un análisis factorial de los cinco índices que a continuación se describen.

- Índice de estatus ocupacional de los padres (explicado anteriormente).
- Indicador de educación de los padres. Es el mayor número de años de escolaridad culminado por alguno de los dos padres.
- Indicador de la riqueza familiar. Este indicador se calculó sobre la base de las respuestas de los estudiantes acerca de la disponibilidad de algunos bienes en el hogar (Adams & Wu, 2002). Las preguntas planteadas a los estudiantes para la construcción de este indicador fueron:



¿Tienes en tu casa...

- a) un cuarto para ti solo?
- b) programas educativos para usar en la computadora?
- c) conexión a Internet?
- Indicador de recursos educativos en el hogar (explicado anteriormente)
- Indicador de recursos culturales en el hogar. Este indicador ha sido calculado por PISA (Adams & Wu, 2002). Se obtuvo a partir de las siguientes preguntas formuladas a los estudiantes:

¿Tienes en tu casa...

- a) obras literarias (novelas y cuentos) (Por ejemplo, libros de Ribeyro, Vargas Llosa, Cervantes y otros)?
- b) libros de poesía?
- c) obras de arte (por ejemplo, esculturas, pinturas)?

## 8. Sexo del estudiante

El género del estudiante se definió a partir de la siguiente pregunta:

¿Eres mujer u hombre?

Las alternativas de respuesta a la pregunta anterior fueron:

- Mujer.
- Hombre.

## 9. Lengua del estudiante

Para conocer la lengua que más usa el estudiante, se hizo la siguiente pregunta:

¿Qué idioma hablas en tu casa la mayor parte del tiempo?

Las alternativas de respuesta a la pregunta anterior fueron:

- Castellano.
- Quechua.
- Aimara o lengua amazónica ¿Cuál?
- Un idioma extranjero (por ejemplo, inglés, alemán, etc.) ¿Cuál?

## 10. Grado que cursa el estudiante

El grado en el que se encuentra el estudiante se obtuvo a partir de la siguiente pregunta:

¿En qué grado estás?

## 11. Índice de asistencia y puntualidad del estudiante

El índice de asistencia y puntualidad del estudiante se definió a partir de las siguientes preguntas:

En las últimas dos semanas, ¿cuántas veces...

- a) faltaste al centro educativo?
- b) no entraste a alguna clase?
- c) llegaste tarde al centro educativo?

Las alternativas de respuesta a estas preguntas fueron:

- Ninguna.
- 1 ó 2.
- 3 ó 4.
- 5 ó más.

## 13. Índice de sentido de pertenencia del estudiante al centro educativo

Este índice fue elaborado a partir de las respuestas de los estudiantes sobre cómo se sienten en su escuela.

La construcción de este índice se basó en los resultados de las siguientes preguntas:

En el centro educativo...

- a) me siento extraño o ignorado.
- b) hago amigos fácilmente.
- c) me siento como en casa.
- d) me siento raro y fuera de lugar.
- e) le caigo bien a mis compañeros.
- f) me siento solo.

Las opciones de respuesta a los enunciados anteriores fueron:

- En total desacuerdo.
- En desacuerdo.
- De acuerdo.
- En total acuerdo.

## Variables relacionadas con la escuela

### 1. Nivel socioeconómico promedio del alumnado

Es el promedio del indicador socioeconómico del estudiante para cada escuela.

### 2. Gestión del centro educativo

La gestión educativa del centro (Estatal o No estatal) se obtuvo de las Estadísticas Educativas del Ministerio de Educación.

### 3. Ámbito de ubicación del centro educativo

El ámbito de ubicación del centro educativo (Rural o Urbano) se obtuvo de las Estadísticas Educativas del Ministerio de Educación.

### 4. Índice de recursos educativos y de infraestructura del centro educativo

Este índice se elaboró a partir de los dos siguientes índices:

- i) Índice de calidad de los recursos educativos de la escuela. Se refiere a la medida en que el aprendizaje de los estudiantes de 15 años se ve perjudicado por la falta de recursos educativos.

Para construirlo, se formularon las siguientes preguntas a los directores:

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años de edad se ve perjudicado por...

- a) falta de materiales didácticos (p.e., libros de texto)?
- b) insuficiente cantidad de computadoras para enseñar?
- c) falta de material educativo para la biblioteca?
- d) falta de recursos audiovisuales para la enseñanza?
- e) equipamiento inadecuado en el laboratorio de ciencias?
- f) inadecuadas facilidades para enseñar artes plásticas?

Las alternativas de respuesta para las preguntas anteriores fueron

- Nada.
- Muy poco.
- Bastante.
- Mucho.

- ii) Índice de calidad de la infraestructura física de la escuela. Se refiere a la medida en que los estudiantes de 15 años se ven perjudicados en sus aprendizajes debido a la baja calidad de la infraestructura existente en la escuela. Para la construcción de este índice, se formularon las siguientes preguntas a los directores:

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años de edad se ve perjudicado por...

- a) el mal estado de la infraestructura?
- b) deficientes sistemas de iluminación?
- c) la falta de espacio para la enseñanza (p.e., salas de clases)?

Las opciones de respuesta para estas preguntas fueron:

- Nada.
- Muy poco.
- Bastante.
- Mucho.

### 5. Índice de la percepción de los estudiantes sobre su relación con los docentes

Este índice fue elaborado a partir de la respuesta de los estudiantes sobre su nivel de acuerdo con aspectos referidos a la relación que mantienen con sus profesores.

Para ello, se formularon las siguientes preguntas a los estudiantes:

¿En qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las siguientes afirmaciones acerca de los profesores de tu centro educativo?

- a) Los estudiantes se llevan bien con la mayoría de los profesores.
- b) La mayoría de los profesores se preocupan del bienestar de los alumnos.

- c) La mayoría de mis profesores realmente escuchan lo que quiero decirles.
- d) Si necesito ayuda extra, la recibiré de mis profesores.
- e) La mayoría de mis profesores son justos conmigo.

Las alternativas de respuesta a las preguntas anteriores fueron:

- En total desacuerdo.
- En desacuerdo.
- De acuerdo.
- En total acuerdo.

### **6. Percepción del director sobre los factores relacionados al docente que afectan el clima en la escuela**

Este índice se construyó a partir de la percepción del director sobre el comportamiento de los docentes en la escuela y la medida en que este comportamiento perjudica el aprendizaje de los estudiantes de 15 años de edad.

Las preguntas formuladas al director para la construcción de este índice fueron:

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado por...

- a) bajas expectativas de los profesores?
- b) malas relaciones entre alumnos y profesores?
- c) profesores que no atienden las necesidades individuales de los alumnos?
- d) inasistencias de los profesores?
- e) la resistencia de los profesores al cambio?
- f) profesores demasiado estrictos con los estudiantes
- g) la falta de estímulo a los alumnos para desarrollar todo su potencial?

Las opciones de respuesta a las preguntas anteriores fueron

- Nada.
- Muy poco.
- Bastante.
- Mucho.

### **7. Percepción del director sobre los factores relacionados al estudiante que afectan el clima en la escuela**

Este índice se construyó a partir de la percepción del director sobre el comportamiento de los estudiantes de 15 años de edad en la escuela y la medida en que este comportamiento perjudica el aprendizaje de los mismos.

En su centro educativo, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado por ...

- a) inasistencias de los alumnos?
- b) indisciplina de los alumnos en clase?
- c) alumnos que faltan a clases?
- d) falta de respeto de los alumnos a los profesores?
- e) consumo de alcohol o drogas?
- f) alumnos que intimidan o agreden a otros estudiantes?

Las alternativas de respuesta para las preguntas anteriores fueron:

- Nada.
- Muy poco.
- Bastante.
- Mucho.

### **8. Índice de entusiasmo y compromiso de los docentes**

Este índice se elaboró a partir del grado de acuerdo reportado por el director ante afirmaciones relacionadas al comportamiento mostrado por los docentes.

Piense en los profesores de su centro educativo. ¿En qué medida está Ud. de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones?

- a) La moral de los profesores en este centro educativo es alta.
- b) Los profesores trabajan con entusiasmo.
- c) Los profesores se sienten orgullosos de este centro educativo.
- d) Los profesores le dan mucha importancia a los logros académicos de sus alumnos.

Las alternativas de respuesta para las preguntas anteriores fueron:

- Muy en desacuerdo.
- En desacuerdo.
- De acuerdo.
- Muy de acuerdo.

### **9. Índice de escasez e inadecuación de docentes**

Se hicieron las siguientes preguntas al director de la escuela:

En su centro educativo, ¿el aprendizaje de los alumnos de 15 años se ve perjudicado porque ...

- a) los profesores son escasos o inadecuados?
- b) los profesores de Lenguaje son escasos o inadecuados?
- c) los profesores de Matemática son escasos o inadecuados?
- d) los profesores de Ciencias Naturales (Biología, Física, Química) son escasos o inadecuados?

Las opciones de respuesta a las preguntas anteriores fueron:

- Nada.
- Un poco.
- Algo.
- Mucho.

## Anexo 27

### Muestra

La población objetivo del estudio PISA son todos aquellos estudiantes de 15 años de edad que se encuentran estudiando en el sistema educativo formal y que están próximos a concluir su educación obligatoria.

Sin embargo, en el Perú, no todos los estudiantes de 15 años de edad se encuentran en la etapa final de la educación obligatoria, por lo que es necesario especificar que dicha población de estudio incluye a estudiantes que, por lo menos, están cursando el primer grado de educación secundaria o séptimo año de educación.

El diseño de muestreo que se realizó para la evaluación PISA consistió en un muestreo estratificado en dos etapas. Durante la primera etapa, las unidades de muestreo fueron aquellas escuelas que tuvieran estudiantes de 15 años de edad, las cuales fueron elegidas sistemáticamente de una lista nacional, con probabilidad de selección proporcional al tamaño de la escuela. En la segunda etapa, se procedió a seleccionar a los alumnos de las escuelas muestreadas previamente. En el caso de las escuelas que contaban con 35 ó más estudiantes, se seleccionaron 35 alumnos de cada escuela con igual probabilidad. En el caso de las escuelas que contaban con una cantidad de estudiantes menor a 35, se seleccionaron todos los alumnos de dichas escuelas.

En total, se tomó una muestra representativa a escala nacional de 4 429 estudiantes de 15 años de edad, a quienes se les evaluó y se les aplicó un cuestionario. Así mismo, se tomó inicialmente una muestra de 192 escuelas para recoger información acerca de las características del centro educativo que influyen en el rendimiento del alumno. Para ello, se decidió aplicar un cuestionario que debía ser completado por el director del centro educativo o por una persona designada por este.

Del mismo modo, se seleccionaron muestras representativas por tipo de gestión del centro educativo, las cuales fueron compuestas por 159 centros educativos de gestión estatal y 33 de gestión no estatal. De las escuelas estatales y no estatales se muestrearon 3 647 y 782 alumnos respectivamente.

El estudio PISA plantea la evaluación de tres dominios de alfabetización –lectora, matemática y científica – en tres ciclos evaluativos. En cada uno de estos ciclos, se ha enfatizado la evaluación del desempeño de los estudiantes en un área principal. En la primera etapa, en la que el área principal fue la alfabetización lectora, todos los cuadernillos (9) contienen ítems de dicha área y solo parte de estos (5) contiene ítems de Matemática y Ciencias. De ahí resulta que, para el análisis de resultados en los dominios de alfabetización matemática y alfabetización científí-

ca, la muestra de estudiantes en cada centro educativo se redujo – en comparación con la muestra de estudiantes en el dominio de alfabetización lectora- y dio como resultado un total de 2 460 y 2 461 estudiantes evaluados en cada dominio respectivamente.

Por otro lado, se muestrearon 155 escuelas del área urbana y 37 del área rural, dentro de las cuales se seleccionaron a 3 888 y 541 estudiantes respectivamente. Sin embargo, cabe resaltar que la muestra no es representativa a nivel de ámbito de ubicación geográfica del centro educativo.

Posteriormente, la muestra de escuelas quedó reducida a 177, ya que existían 15 escuelas que solo contaban con información a este nivel, pero no contaban con información a nivel de estudiantes, por lo que se imposibilitó el análisis para este grupo de centros educativos.

Para el análisis multinivel, las variables que se refieren a las características del estudian-

te y de su entorno se trabajaron sin imputar. Es decir, si no se contaba con información de alguna característica del alumno (de modo que las variables pudieran tener información perdida para estos), no se realizaba ninguna técnica de imputación en este caso y todas las variables que, después de un previo análisis tuviesen una asociación significativa con el rendimiento de los estudiantes, entrarían en el modelo aun cuando tuvieran información perdida<sup>1</sup>. En oposición a la decisión tomada sobre las variables a nivel de estudiante, a nivel de centros educativos, las variables que tenían valores perdidos fueron imputadas por la media de dicha variable en cada estrato. Esta medida se dio porque, en el caso de no contar con información sobre alguna característica de la escuela, se perdería también la información de todos los estudiantes muestreados dentro de ella.

Finalmente, la muestra con la que se desarrolló el análisis multinivel estuvo conformada de la siguiente manera:

Nivel educativo	Gestión de centro educativo		Muestra total
	Estatal	No Estatal	
Nº de escuelas	144	33	177
Nº de alumnos (alfabetización matemática)	2 025	435	2 460
Nº de alumnos (alfabetización científica)	2 018	443	2 461

1. El hecho de que las variables entren sin imputar en el modelo multinivel no significa que se reduzca la muestra de estudiantes (4 429 observaciones), sino que, posiblemente, algunas variables muestren menos observaciones. Esto no afectará el tamaño de la muestra, ya que, al utilizar la opción "pairwise", se trabaja con todas las observaciones disponibles para cada variable por separado sin eliminar aquella observación (estudiante) que tiene algún valor perdido.

## Anexo 28

### Metodología utilizada para el análisis de los factores asociados al desempeño de los estudiantes en alfabetización matemática y científica

En la investigación educativa sobre factores asociados al rendimiento de los estudiantes, se suele utilizar información que tiene una estructura jerárquica, debido a que se cuenta con información de estudiantes que están agrupados en escuelas. Este es el caso de este estudio, que cuenta, en el nivel de los alumnos, con información sobre algunas características de los estudiantes y de sus familias que explican su desempeño (p.e., nivel socioeconómico de la familia, estructura familiar, historia educativa del estudiante, género). Del mismo modo, en el nivel de la escuela, se cuenta con información sobre características de la escuela que tienen alguna influencia en el desempeño del alumnado (p.e., composición socioeconómica del alumnado, infraestructura del centro educativo, metodologías de enseñanza).

Este tipo de agrupamiento sugiere dos posibles soluciones para el análisis. La primera consiste en asignar a cada uno de los estudiantes las características de sus centros educativos. La segunda es agregar la información de alumnos a un nivel superior y anali-

zar la información en este nivel. En el primer caso, surge el problema de no poder utilizar el supuesto básico de independencia entre las observaciones<sup>2</sup> que se realiza en los estudios estadísticos tradicionales, como es el caso de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). En el segundo caso, al intentar realizar un análisis agregado a nivel de centro educativo, se pierde parte importante de la información e interpretación de los resultados.

Con la finalidad de recoger la variabilidad que existe dentro de cada nivel analizado, se debe suponer que los coeficientes pueden variar entre los diferentes grupos, de modo que se debe trabajar obligatoriamente con modelos de coeficientes variables, que son denominados por la literatura especializada como modelos jerárquicos lineales o modelos multinivel<sup>3</sup>.

El punto de partida del análisis multinivel es un modelo incondicional o modelo nulo o vacío. Este modelo permite estimar la media global del rendimiento y calcular la proporción de las diferencias en rendimiento que son explicadas por las características de los

2. Por ejemplo, las observaciones de los estudiantes serán independientes entre diferentes escuelas, pero debe esperarse que alumnos de una misma escuela tengan características similares. Algunas variables de la escuela no observables serán recogidas por el residuo, de modo que este tendrá un componente individual y otro

grupal. El primero será independiente entre todas las observaciones, el segundo entre grupos, pero estará correlacionado dentro de cada grupo dependiendo de la homogeneidad de este último.

3. Para mayor información sobre estos modelos, puede verse Bryk y Raudenbush (1992).

alumnos (en adelante, nivel 1) y aquella que es explicada por los factores relacionados con la escuela (en adelante, nivel 2)<sup>4</sup>.

El modelo nulo está dado por las siguientes ecuaciones:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad \dots(1)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j} \quad \dots(2)$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \mu_{0j} + r_{ij} \quad \dots(3)$$

La ecuación (1) corresponde al primer nivel. En ella,  $Y_{ij}$  es el desempeño del alumno  $i$  en la escuela  $j$ , el mismo que está en función del rendimiento promedio de la escuela a la que pertenece ( $\beta_{0j}$ ) y el término de error ( $r_{ij}$ ). La ecuación (2) se refiere al segundo nivel. En esta ecuación, el desempeño promedio de la escuela está en función del promedio global de desempeño ( $\gamma_{00}$ ) y del término de error de la escuela ( $\mu_{0j}$ ). A partir de la ecuación (1) y (2), se puede construir la ecuación (3) en la que se observa que el desempeño del alumno está en función del rendimiento promedio global y de los términos de error de la escuela y el alumno.

De la tercera ecuación, se desprende que la varianza del rendimiento de los alumnos es

$$\text{Var}(Y_{ij}) = \text{Var}(\mu_{0j} + r_{ij}) = \tau_{00} + \sigma^2 \quad \dots(4)$$

Tal como se observa en la ecuación (4), la varianza del rendimiento de los alumnos puede ser descompuesta en dos partes: la primera parte recoge la variabilidad entre las escuelas ( $\tau_{00}$ ); la segunda, la variabilidad que hay al interior de las escuelas ( $\sigma^2$ ).

La importancia de las variables de los alumnos y de la escuela en la explicación de la varianza del rendimiento puede determinarse dividiendo la varianza del nivel respectivo entre la varianza total. El parámetro que define la importancia del nivel 2 en la explicación del rendimiento se denomina coeficiente de *correlación intraclase* y puede calcularse de la siguiente manera:

$$\rho = \tau_{00} / (\tau_{00} + \sigma^2) \quad \dots(5)$$

Luego de estimar el modelo incondicional, comienzan a incorporarse factores asociados con el desempeño de los estudiantes que se especifican como variables independientes. A medida que se van agregando nuevas dimensiones en el modelo, se explican las diferencias en rendimiento al interior de la escuela y entre las escuelas.

La estimación de estos modelos utiliza la siguiente especificación<sup>5</sup>:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{1ij} - \bar{X}_{1\cdot j}) + \beta_{2j}(X_{2ij} - \bar{X}_{2\cdot j}) + \dots + \beta_{kj}(X_{kij} - \bar{X}_{k\cdot j}) + r_{ij} \quad \dots(6)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(W_{1j} - \bar{W}_1) + \gamma_{02}(W_{2j} - \bar{W}_2) + \dots + \gamma_{0p}(W_{pj} - \bar{W}_p) + \mu_{0j} \quad \dots(7)$$

$$\begin{aligned} \beta_{1j} &= \gamma_{10} \\ \beta_{2j} &= \gamma_{20} \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ \beta_{kj} &= \gamma_{k0} \end{aligned} \quad \dots(8)$$

Tal como se observa en las ecuaciones (7) y (8), se decidió trabajar con efectos aleatorios solo para el desempeño promedio de la escuela ( $\beta_{0j}$ ) y dejar el resto de coeficientes fijos. Así mismo, como se especifica en la ecuación (6), se optó en el primer nivel por centrar las variables independientes alrededor de la media de la escuela, lo que permite interpretar a los coeficientes del primer nivel como la pendiente promedio de la escuela y, en el caso del intercepto ( $\beta_{0j}$ ), como el desempeño promedio de la escuela. En el segundo nivel, como se ve en la ecuación (7), se centraron las variables independientes alrededor de la media global, lo que permite interpretar los coeficientes como el promedio de la pendiente de la escuela y el intercepto ( $\gamma_{00}$ ) como el desempeño promedio global de la escuela.

4. En este modelo, solo se consideran dos niveles: alumno y escuela, ya que solo se evaluó a un salón de clases por escuela.

5. En este trabajo, se ha utilizado esta especificación para los modelos del 1 al 5. Los resultados de estos modelos pueden verse en los anexos 24 y 25.





