



PROGRAMA  
INTERNACIONAL  
PARA LA EVALUACIÓN  
DE LOS ESTUDIANTES

# PISA 2006

INFORME NACIONAL  
(RESUMEN)



Ministerio de  
Educación  
Presidencia de la Nación



Dirección Nacional de  
Información y Evaluación  
de la Calidad Educativa

*Presidente de la Nación*

**Dra. Cristina Fernández de Kirchner**

*Ministro de Educación*

**Lic. Juan Carlos Tedesco**

*Secretaría de Educación*

**Prof. Alberto E. Sileoni**

*Subsecretaría de Planeamiento Educativo*

**Lic. Osvaldo Devries**

*Dirección Nacional de Información  
y Evaluación de la Calidad Educativa*

**Lic. Eduardo Aragundi**

## **MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN**

### **DINIECE**

*Coordinadora del Área de Evaluación  
de la Calidad Educativa*

**Lic. Sonia Hischberg**

### **Autores:**

*Coordinador Estudios Internacionales:*

**Dr. Antonio Gutiérrez**

### **Colaboraciones:**

- Prof. Andrea Baronzini
- Ing. Agr. Graciela Baruzzi
- Prof. Liliana Bronzina
- Lic. Paula Bruno
- Lic. Juan Doberti
- Dra. Liliana Pascual
- Lic. Cecilia Pozzo
- Prof. Elda Salinas
- Lic. Patricia Scorzo
- Prof. Pilar Varela

*Diseño y Diagramación:*

**Karina Actis  
Juan Pablo Rodríguez  
Coralía Vignau**



## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
Objetivos y características.....	5
Países participantes.....	8
<b>LA EVALUACIÓN EN CIENCIAS.....</b>	<b>9</b>
Perfil del rendimiento de los alumnos en ciencias naturales.....	9
¿Qué Evalúa PISA en Ciencias Naturales?.....	9
¿Qué pueden hacer los alumnos en ciencias?.....	15
Resultados por países de pisa ciencias 2006.....	18
Resultados de los alumnos en las diferentes áreas de ciencias.....	19
Resultados de las competencias por niveles de rendimiento.....	21
Identificar temas científicos.....	21
Explicar fenómenos científicamente.....	27
Utilizar evidencia científica.....	34
Consideraciones sobre los resultados.....	39
Las actitudes de los alumnos hacia la ciencia.....	40
¿Apoyan los alumnos la investigación científica?.....	42
¿Qué creen los alumnos que pueden lograr en ciencias en la escuela?.....	44
El interés de los alumnos en ciencias.....	45
Los alumnos y el medio ambiente.....	48
<b>IMPACTO DE LOS FACTORES ASOCIADOS AL RENDIMIENTO DE LOS ALUMNOS EN CIENCIAS.....</b>	<b>51</b>
Factores personales.....	51
Año de estudio.....	51
Factores del entorno familiar.....	52
Bienes en el hogar que facilitan el estudio.....	52
Libros en el hogar.....	55
Factores del entorno escolar.....	55
Cantidad de clases de ciencias.....	56
Existencia de computadoras y conexión a Internet.....	57
Tiempo de estudio.....	58
Tiempo de estudio en casa solo.....	58
Conclusiones.....	59
<b>CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>65</b>





## INTRODUCCIÓN

El Estudio PISA (según sus siglas en inglés Programme for International Student Assessment, Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) es realizado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y representa en la actualidad uno de los indicadores más confiables sobre el estado de los sistemas educativos en los países intervinientes.

La OCDE, ha creado un Consejo de Gobierno de PISA que coordina el proyecto en su conjunto, mientras que se ha asignado a una serie de instituciones la responsabilidad de la elaboración y aplicación de las pruebas.

Dichas instituciones son las siguientes:

El Consejo Australiano de Investigación Educativa (ACER)  
El Instituto Nacional Holandés para la Medición Educativa (CITO)  
El Servicio de Pruebas Educativas (ETS) (Estados Unidos)  
El Instituto Nacional para la Investigación Educativa (NIER) (Japón)  
WESTAT (centro especializado en estadísticas de Estados Unidos)

Desde el año 2001, la Argentina toma parte en dicho estudio internacional, reconociendo la calidad tanto de las instituciones que respaldan al proyecto como el rigor de los marcos pedagógicos que sustentan la evaluación.

El estudio PISA evalúa tres áreas de conocimiento: Ciencias naturales, Lectura y Matemática, conformando para cada una de éstas grupos de expertos que tienen a su cargo la elaboración de los marcos conceptuales y la supervisión de las pruebas, cuestionarios e informes.

La evaluación se realiza por ciclos lo que permite comparar los resultados de manera parcial cada tres años y de un modo mucho más completo cada nueve.

Así, cada tres años se evalúa en profundidad un área de conocimiento principal, la cual comprende dos tercios de la prueba total.

La primera evaluación PISA tuvo lugar en el año 2000/2001 y el área principal fue Lectura mientras que en el año 2003 fue Matemática (Argentina no participó de esta evaluación).

Por su parte, el área principal evaluada en el 2006 fue Ciencias Naturales, culminando de este modo una primera etapa de evaluaciones.

Un nuevo ciclo comienza en el año 2009 teniendo a Lectura como área principal a evaluar en ese año, a Matemática en el año 2012 y a Ciencias en el año 2015.

## Objetivos y características

El objetivo principal del estudio es evaluar cómo están preparados los jóvenes de los países para enfrentar los desafíos que plantean las sociedades de conocimiento en la actualidad. Se trata de conocer si los estudiantes son capaces de analizar, razonar y comunicar sus ideas. En otras palabras, identificar si han desarrollado la capacidad para seguir aprendiendo.

PISA ha decidido evaluar a los jóvenes de 15 años porque han finalizado o están próximos a terminar la escolaridad básica obligatoria, para conocer el nivel de competencias que poseen en diferentes áreas de conocimiento. Se presta especial atención al dominio de los procedimientos y la aplicación de conceptos para responder a situaciones diferentes dentro de cada campo de conocimientos.

**Competencia científica:** Hace referencia a la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la vida cotidiana. Asimismo, incluye la comprensión de los rasgos propios de la ciencia, entendida como una práctica que posee una metodología específica para producir conocimiento.

**Competencia lectora:** Comprende la capacidad que tiene un individuo de comprender, utilizar y analizar textos escritos con el objeto de alcanzar sus propias metas, desarrollar sus conocimientos y posibilidades y participar en la sociedad.

**Competencia matemática:** Destaca la capacidad que tiene un individuo para identificar y comprender el papel que desempeña la matemática en el mundo, emitir juicios bien fundados y utilizar e involucrarse en la sociedad como un ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.

Para la evaluación, se emplean pruebas de “papel y lápiz” para cuya resolución se establece un tiempo máximo de dos horas. Los grupos de ejercicios se distribuyen en 13 cuadernillos, recibiendo cada alumno uno de tales cuadernillos. Cada cuadernillo incluye al menos un grupo de preguntas de Ciencias.

Las preguntas de las pruebas son una combinación de ejercicios de elección múltiple y preguntas que requieren la construcción de la respuesta por parte del alumno. Los ejercicios de la prueba están compuestos por el planteo de una situación (por ejemplo, un texto, una tabla, un gráfico, figuras, etc.), a partir de la cual el alumno debe resolver una serie de tareas diferentes.

Cada cuadernillo tiene entre 55 y 70 ejercicios que deben ser respondidos en dos períodos de 60 minutos. El 55 por ciento son de opción múltiple y el 45 por ciento de respuestas de desarrollo.

El estudio PISA también tiene el objetivo de relevar información contextual. Para ello solicita a los alumnos y a los directores de los establecimientos educativos que respondan un cuestionario que permite obtener información sobre:

- los mismos alumnos y su entorno familiar, incluyendo su capital económico, social y cultural;
- diversos aspectos de la vida de los alumnos, como, por ejemplo, su actitud hacia el aprendizaje, sus hábitos y su vida en el entorno escolar y familiar;
- diversos aspectos sobre los centros de enseñanza, como, por ejemplo, la calidad de los recursos humanos y materiales de las escuelas, el carácter público o privado de su gestión y financiación, los procesos de toma de decisiones y las prácticas del personal docente;



- el contexto del aprendizaje, incluyendo el tipo y las estructuras de las instituciones, el tamaño de las clases y el grado de compromiso de los padres;
- las estrategias de aprendizaje, las motivaciones y la orientación hacia la obtención de los propios fines, los mecanismos cognitivos y las estrategias de control de la acción, las preferencias por determinados tipos de situaciones de aprendizaje, los métodos de aprendizaje y las habilidades sociales necesarias para un aprendizaje de tipo cooperativo o competitivo;
- diversos aspectos del aprendizaje y la educación en ciencias, incluyendo la motivación, el compromiso y el grado de confianza sobre el propio rendimiento en clases de ciencias, así como el impacto de las estrategias de aprendizaje en los logros relacionados con el aprendizaje de las ciencias naturales.

## Países participantes en Pisa 2006

En el año 2000 participaron 43 países; en el 2003, 41 países y en el 2006 aumentó a 57 países.

	Argentina		Letonia
	Australia		Liechtenstein
	Austria		Lituania
	Azerbaijón		Luxemburgo
	Bélgica		Macao-China
	Brasil		Mexico
	Bulgaria		Países Bajos
	Canadá		Nueva Zelanda
	Chile		Noruega
	Colombia		Polonia
	Croacia		Portugal
	República Checa		Qatar
	Dinamarca		Montenegro
	Estonia		Serbia
	Finlandia		Rumania
	Francia		Federación Rusa
	Alemania		Eslovaquia
	Grecia		Eslovenia
	Hong-Kong China		España
	Hungría		Suecia
	Islandia		Suiza
	Indonesia		Taipei China
	Irlanda		Tailandia
	Israel		Túnez
	Italia		Turquía
	Japón		Reino Unido
	Jordania		Estados Unidos
	Corea		Uruguay
	Kirguiztan		

## LA EVALUACIÓN EN CIENCIAS

Los resultados de PISA se presentan mediante la puntuación obtenida en promedio por los estudiantes de un país y mediante los porcentajes de alumnos dentro de una escala conformada por varios niveles de desempeño. La escala está diseñada con una puntuación media de 500 puntos.

Para dar un mayor sentido educativo a la dispersión numérica de las puntuaciones que se producen en PISA, los resultados se agrupan en niveles de rendimiento. Cada nivel de rendimiento se asocia con una descripción de las competencias y capacidades que típicamente demuestran los alumnos que alcanzan el rango de puntuaciones propio del nivel.

### Perfil del rendimiento de los alumnos en Ciencias Naturales

El proyecto PISA asume que el resultado fundamental de la educación científica en cualquier país consiste en lograr alumnos científicamente alfabetizados. Bybee (1997) estableció una referencia para orientar la alfabetización científica que se incluyó en los objetivos del marco teórico del proyecto PISA. Se trata de la "formación científica conceptual y procedimental", que se refiere a la comprensión de los conceptos científicos principales, la utilización de herramientas de representación, el conocimiento sobre las características de la experimentación científica y la aplicación de estos saberes en distintos contextos.

En la evaluación del año 2006 (OCDE, 2004) se define a la alfabetización científica de un alumno como:

La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y sacar conclusiones a partir de pruebas, 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.

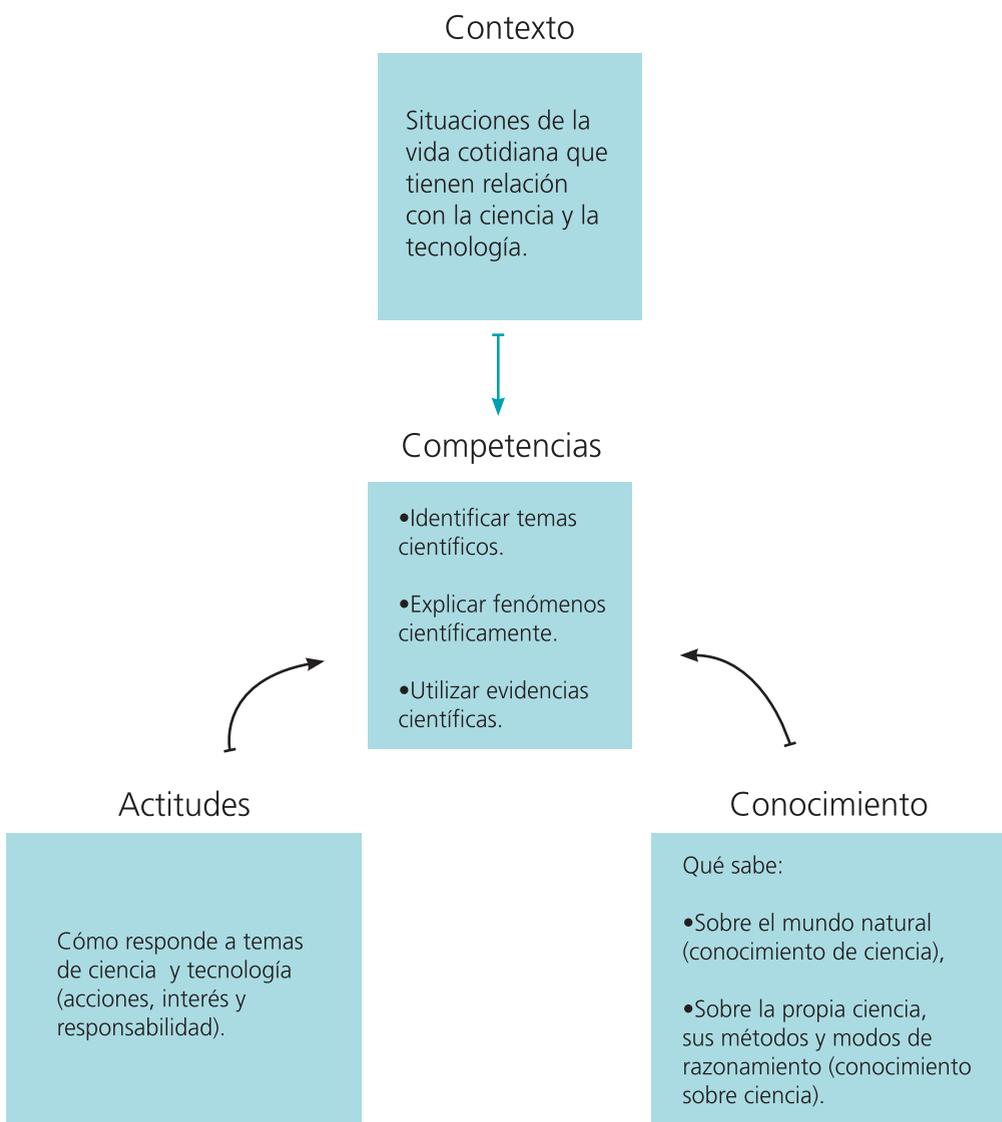
Recordamos que el proyecto PISA evalúa competencias consideradas básicas para el plan de estudios de las ciencias en los países participantes y, por ello, no está condicionado por un común denominador de los currículos nacionales.

### ¿Qué Evalúa PISA en Ciencias Naturales?

En el proyecto PISA la educación científica se evalúa teniendo en cuenta los aspectos siguientes: el contexto, el conocimiento y las competencias relativas a la ciencia. Así, una competencia considerada importante para los jóvenes consiste en ser capaces de elaborar conclusiones coherentes y apropiadas a partir de las pruebas e información recibidas, criticar las afirmaciones de otros basándose en dichas pruebas, y distinguir entre una opinión y una evidencia apoyada en pruebas.

Por su parte, la evaluación PISA 2006 incorpora como novedad la evaluación de una dimensión sobre contenidos actitudinales en tres áreas: el interés en la ciencia, el apoyo a la investigación científica y las actitudes hacia los recursos y el ambiente.

En síntesis, la evaluación PISA ha definido la alfabetización científica como un complejo de aspectos interrelacionados (ver cuadro 1):



Cuadro 1: Dimensiones que constituyen la estructura general de la evaluación PISA

El contexto: El proyecto PISA ha establecido tres dimensiones contextuales y cinco áreas de aplicación en las que se desarrollan los ejercicios propuestos a los alumnos.

ÁREA DE APLICACIÓN	CONTEXTO		
	Personal (Propio, familiar y grupo de pares)	Social (Comunitario, regional y de país)	Global (A escala planetaria)
SALUD	Cuidado de la salud, accidentes, nutrición.	Transmisión y control de enfermedades, elección de alimentos, salud comunitaria.	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas.
RECURSOS NATURALES	Consumo de energía y materiales.	Mantenimiento de la población humana, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, provisión de energía.	Renovables o no renovables, sistemas naturales, crecimiento de la población, biodiversidad.
MEDIO AMBIENTE	Conductas hacia el ambiente, utilización y eliminación de materiales.	Distribución de la población, tratamiento de los residuos, impacto ambiental, clima local.	Desarrollo sostenible, control de la contaminación, producción y pérdida de suelo.
RIESGOS	Peligros naturales o inducidos por la actividad humana, decisiones sobre la urbanización de ambientes.	Cambios rápidos (terremotos), cambios lentos y progresivos (erosión, deshielos).	Cambio climático, impacto de los organismos modificados genéticamente.
FRONTERAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	Interés por las explicaciones científicas de fenómenos naturales, pasatiempos relacionados con la ciencia y la tecnología.	Nuevos materiales, artefactos y procesos, modificaciones genéticas, transportes.	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo

Cuadro 2: Los contextos y las áreas de aplicación que tiene en cuenta la evaluación.

**Las competencias relativas a la ciencia:** Se consideran entre las más relevantes y por ello han sido seleccionadas para la evaluación, la identificación de temas científicos, la explicación científica y la utilización de evidencias en la elaboración de conclusiones.

## COMPETENCIAS

### Identificación de temas científicos

- Reconocimiento de preguntas que son posibles de investigar científicamente.
- Identificación de palabras clave para realizar una búsqueda de información científica.
- Reconocimiento de características principales de la investigación científica.

### Explicar fenómenos científicamente

- Aplicación de conocimiento de ciencia o conocimiento sobre la ciencia en una situación dada.
- Descripción o explicación científica de un fenómeno y predicción de cambios.
- Identificación de descripciones apropiadas, explicaciones y predicciones.

### Utilizar evidencias científicas

- Interpretar evidencias científicas y elaborar conclusiones.
- Brindar razones a favor o en contra de conclusiones e identificar supuestos utilizados para alcanzar conclusiones.
- Comunicación de conclusiones y de las evidencias y razonamientos que las sostienen.

*Cuadro 3: las competencias evaluadas en PISA.*

**El conocimiento:** En PISA se usa el término conocimiento científico en dos sentidos: conocimientos de ciencia y conocimientos sobre ciencia. Los conocimientos de ciencia se refieren a los conocimientos del mundo natural que se producen en los campos disciplinares de la biología, las ciencias de la Tierra y del espacio, la física y la química. En tanto que los conocimientos sobre la ciencia se refieren a los aspectos metodológicos de ésta como las preguntas científicas, las hipótesis, las variables, los instrumentos utilizados y el análisis de datos. Asimismo, se incluyen las explicaciones científicas en su doble función: como metas del proceso de investigación y como discurso verdadero que se utiliza en los diferentes contextos de la sociedad (OCDE, 2004).

## CATEGORÍAS DE CONOCIMIENTO DE CIENCIA

### Sistemas físicos

- Estructura y propiedades de la materia (por ejemplo, conductividad térmica y eléctrica).
- Cambios físicos y químicos (por ejemplo, estados de la materia, velocidad de reacción).
- La energía y sus transformaciones (por ejemplo, conservación, disipación).
- Interacciones entre energía y materia (por ejemplo, luz y ondas de radio, sonido y ondas sísmicas).

### Sistemas biológicos

- Células (por ejemplo, estructura y función, ADN, vegetales y animales).
- Seres humanos (por ejemplo, salud, nutrición, subsistemas –digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor y sus relaciones–, enfermedades, reproducción).
- Poblaciones (por ejemplo, especies, evolución, biodiversidad, variaciones genéticas).
- Ecosistemas (por ejemplo, cadenas alimentarias, flujo de materia y energía).
- Biosfera (por ejemplo, sostenibilidad de los ecosistemas).

### Sistemas de la Tierra y el espacio

- Estructuras de los sistemas terrestres (por ejemplo, litosfera, atmósfera, hidrosfera).
- Energía en los sistemas terrestres (por ejemplo, fuentes, clima global).
- Cambios en los sistemas terrestres (por ejemplo, placas tectónicas, ciclos geoquímicos, fuerzas constructivas y destructivas).
- Historia de la Tierra (por ejemplo, fósiles, origen y evolución).
- La Tierra en el espacio (por ejemplo, gravedad y sistema solar).

*Cuadro 4: Conocimientos científicos evaluados en PISA.*

Las dimensiones propuestas para el conocimiento sobre la ciencia y las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad son las siguientes:

## CATEGORÍAS DE CONOCIMIENTO SOBRE LA CIENCIA

### Investigación científica

- Origen (problemas y preguntas científicas).
- Propósitos (por ejemplo, producir evidencias que ayuden a responder preguntas científicas, ideas actuales/modelos/teorías como guía de la investigación).
- Observaciones y experimentos (por ejemplo, diferentes preguntas sugieren diferentes investigaciones, conocimiento científico actual).
- Datos (por ejemplo, cuantitativos –medidas—y cualitativos –observaciones–).
- Medidas (por ejemplo, replicabilidad, variación, incertidumbre, precisión en el equipamiento y procedimiento).
- Características de los resultados (por ejemplo, empíricos, tentativos, falsables, auto correctivos).

### Explicaciones científicas

- Tipos (por hipótesis, teorías, modelos, leyes).
- Elaboración (por ejemplo, conocimiento disponible y nuevas evidencias, creatividad e imaginación en ciencia, lógica).
- Procedimientos (por ejemplo, consistencia lógica, bases en evidencias, bases en conocimientos históricos y actuales).
- Resultados (por ejemplo, nuevo conocimiento, nuevas metodologías, nuevas tecnologías, nuevas investigaciones).

### Ciencia y tecnología en la sociedad

- Papel de la ciencia (por ejemplo, comprensión del mundo natural a través de interrogantes) y el papel de la ciencia basada en la tecnología (por ejemplo, como tentativa de resolver problemas humanos, desarrollar artefactos, diseño de procesos).
- Relaciones entre la ciencia y la tecnología (por ejemplo, avances en la ciencia debido a las nuevas tecnologías, avances en el conocimiento científico que favorecen el avance tecnológico).
- Riesgos (por ejemplo, nuevos problemas debido a desarrollos científicos y tecnológicos, el conocimiento científico en algunos casos deja de ser público, costos y beneficios de la ciencia, consecuencias imprevistas).
- Influencia (por ejemplo, la ciencia y la tecnología inciden sobre la sociedad a través del conocimiento, procedimientos y productos y sus visiones del mundo).
- Desafíos (por ejemplo, temas sociales y expectativas a menudo constituyen problemáticas para la investigación científica y problemas para la innovación tecnológica).
- Límites (por ejemplo, la ciencia no puede responder todas las cuestiones y la tecnología no puede solucionar todos los problemas sociales o concretar todas las aspiraciones humanas).

*Cuadro 5. Aspectos metodológicos y relaciones ciencia-sociedad evaluados en PISA.*

**Los contenidos actitudinales:** PISA 2006 incorpora la evaluación de una dimensión sobre contenidos actitudinales en tres áreas: el interés en la ciencia, el apoyo a la investigación científica y las actitudes hacia los recursos y el ambiente. Estas áreas han sido seleccionadas para elaborar un cuadro internacional de los modos en que los estudiantes se relacionan con la ciencia, sus valores específicos y la responsabilidad hacia cuestiones relacionadas con la ciencia (ver cuadro 6).

#### ÁREAS PARA LA EVALUACIÓN DE CONTENIDO ACTITUDINAL

##### Interés en la ciencia

- Curiosidad hacia la ciencia y hacia temas relacionados con los esfuerzos de la ciencia.
- Adquisición, con interés y confianza, de conocimiento científico adicional y habilidades, utilizando una variedad de recursos y métodos.
- Demostración de voluntad para buscar información y tener interés en la ciencia actual, incluyendo consideraciones hacia las carreras científicas.

##### Apoyo a la investigación científica

- Apoyar la importancia de considerar diferentes perspectivas, ideas y explicaciones.
- Apoyar la utilización de información sobre hechos y explicaciones racionales cuando se evalúa y analiza.
- Apoyar los requisitos lógicos y los procedimientos cuidadosos para elaborar conclusiones.

##### Responsabilidad hacia los recursos y el ambiente

- Demostración de sentido de la responsabilidad para ayudar a mantener ambientes sostenibles.
- Conciencia sobre las consecuencias ambientales de las acciones individuales.
- Demostración de buena voluntad para actuar en el mantenimiento de un ambiente sostenible.

*Cuadro 6: Categorías actitudinales evaluadas en PISA.*

## ¿Qué pueden hacer los alumnos en Ciencias?

En Pisa 2006, cada competencia de la evaluación fue categorizada en seis niveles de una escala de desempeño, donde el nivel más alto (6) es el más complejo y el nivel 1, el más sencillo. Estos seis niveles presentan el rango de evaluación que PISA define como alfabetización científica. Siguiendo un detallado análisis de las preguntas del estudio principal, el Grupo de Expertos en Ciencia que desarrolló el marco teórico y validó las preguntas, identificó al nivel 2 como el nivel mínimo de competencias para la alfabetización científica.

Para alcanzar este nivel, por ejemplo, se necesitan competencias tales como identificar las características básicas de la investigación científica, identificar conceptos científicos básicos e informaciones diversas en una situación, y utilizar resultados de un experimento científico presentado en una tabla de datos como soporte de una decisión personal. En tanto que en el nivel 1, los alumnos confunden a menudo las características de una investigación, aplican incorrectamente la información científica, y mezclan creencias personales con hechos científicos para apoyar una decisión.

NIVEL 6	
<p>Puntaje mínimo 707.9</p> <p>El 0.01 de los alumnos argentinos</p>	<p>Los alumnos pueden identificar, explicar y aplicar conocimientos de y sobre ciencia en una variedad de situaciones complejas de la vida cotidiana, de un modo riguroso y coherente.</p> <p>Pueden relacionar diferentes fuentes de información y explicaciones, y usar evidencias para justificar sus conclusiones. Demuestran de manera clara y coherente un pensamiento y razonamiento científico desarrollado. Comprenden situaciones personales, sociales o globales y buscan soluciones basadas en la ciencia y la tecnología.</p>
NIVEL 5	
<p>Puntaje mínimo 633.3</p> <p>El 0.44 de los alumnos argentinos</p>	<p>Pueden identificar variables en muchas situaciones complejas de la vida cotidiana, aplicar conocimientos de y sobre ciencia y comparar, seleccionar y evaluar evidencias científicas apropiadas.</p> <p>Pueden usar habilidades de investigación, relacionar conocimientos y aportar ideas en diversas situaciones.</p> <p>Pueden elaborar explicaciones basadas en evidencias y desarrollar argumentos basados en análisis propios.</p>
NIVEL 4	
<p>Puntaje mínimo 558.7</p> <p>El 4.08 de los alumnos argentinos</p>	<p>Pueden analizar situaciones y problemas que puedan involucrar fenómenos explícitos que les exigen hacer inferencias sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad.</p> <p>Pueden seleccionar e integrar explicaciones de diferentes disciplinas de ciencia o tecnología y relacionarlas directamente con aspectos de la vida cotidiana.</p> <p>Pueden reflexionar sobre sus propias acciones y pueden comunicar decisiones usando conocimientos y evidencias científicas.</p>
NIVEL 3	
<p>Puntaje mínimo 484.1</p> <p>El 13.62 de los alumnos argentinos</p>	<p>Pueden identificar problemas científicos en una variedad de contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos o estrategias de investigación simples.</p> <p>Pueden interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas y aplicarlos directamente.</p>

NIVEL 2	
Puntaje mínimo 409.5  El 25,60 de los alumnos argentinos	Tienen conocimientos científicos que les permiten dar explicaciones plausibles en contextos habituales o establecer conclusiones basadas en investigaciones simples.  Son capaces de realizar un razonamiento directo y de hacer interpretaciones lineales de los resultados de una investigación o de la resolución de un problema tecnológico.
NIVEL 1	
Puntaje mínimo 334.9  El 27.92 de los alumnos argentinos	Tienen un conocimiento científico limitado que sólo puede ser aplicado en pocas situaciones conocidas. Pueden exponer explicaciones científicas sencillas que se desprenden explícitamente de las evidencias dadas.
Debajo del Nivel 1: El 28.33 por ciento de los alumnos argentinos.	

*Cuadro. Niveles de desempeño para las diferentes competencias.*

Los alumnos con puntajes por debajo de 334.9 para las competencias científicas son clasificados por debajo del nivel 1. En esta situación se encuentran en promedio, el 5.2 por ciento de los alumnos de los países de la OCDE y el 28 por ciento de los alumnos de la Argentina. Estos alumnos no son capaces de demostrar competencias científicas en situaciones de la vida cotidiana requeridas por las tareas más sencillas que propone PISA.

Existe una gran cantidad de evidencia que indica que los individuos con habilidades para los niveles más altos producen grandes externalidades en la creación y utilización del conocimiento, lo cual sugiere que invertir en excelencia beneficia al conjunto de la sociedad (Minne y otros, 2007). Esta situación descrita para la Argentina implica claramente además de un delicado problema educativo, profundas desventajas para estos alumnos en la participación ciudadana en la sociedad y en la economía.

A continuación, explicaremos los resultados de PISA para los rendimientos de los alumnos en ciencia, ilustrando con varios ejemplos y analizando qué son capaces de hacer los alumnos con la educación científica recibida.

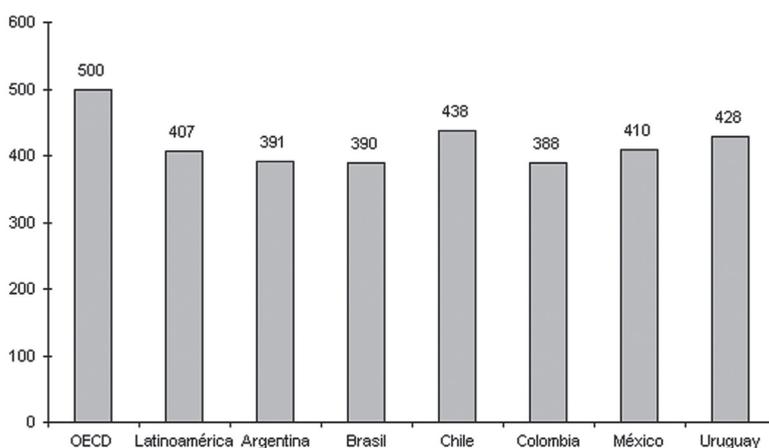
## Resultados por países de pisa ciencias 2006

	Países	Promedio Ciencias
1	Finlandia	563
2	Hong Kong-China	542
3	Canadá	534
4	Taipei-China	532
5	Estonia	531
6	Japón	531
7	Nueva Zelanda	530
8	Australia	527
9	Holanda	525
10	Corea	522
11	Liechtenstein	522
12	Eslovenia	519
13	Alemania	516
14	Reino Unido	515
15	República Checa	513
16	Suiza	512
17	Austria	511
18	Macao-China	511
19	Bélgica	510
20	Irlanda	508
21	Hungría	504
22	Suecia	503
23	Polonia	498
24	Dinamarca	496
25	Francia	495
26	Croacia	493
27	Islandia	491
28	Letonia	490
29	Estados Unidos	489

	Países	Promedio Ciencias
30	Lituania	488
31	Eslovaquia	488
32	España	488
33	Noruega	487
34	Luxemburgo	486
35	Federación Rusa	479
36	Italia	475
37	Portugal	474
38	Grecia	473
39	Israel	454
40	Chile	438
41	Serbia	436
42	Bulgaria	434
43	Uruguay	428
44	Turquía	424
45	Jordania	422
46	Tailandia	421
47	Rumania	418
48	Montenegro	412
49	México	410
50	Indonesia	393
51	Argentina	391
52	Brasil	390
53	Colombia	388
54	Túnez	386
55	Azerbaiyán	382
56	Qatar	349
57	Kirguistán	322

Fuente: Base PISA 2006

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de alumnos de 15 años por país para Latinoamérica.



Fuente: OCDE - PISA 2006.

Para la Argentina, en comparación con el grupo de países latinoamericanos se observa que no hay diferencias significativas con Colombia, Brasil y México pero sí las hay con Uruguay y Chile. Por otro lado, el promedio de los países latinoamericanos es de 408, muy distante de la media OCDE.

## Resultados de los alumnos en las diferentes áreas de ciencias

Los alumnos de Argentina y Latinoamérica frente a las competencias evaluadas en PISA:

Países	PUNTAJE	COMPETENCIAS		
		Identificar Temas Científicos	Explicar fenómenos científicamente	Utilizar evidencia científica
Chile	438	5.9	-6.1	1.4
Uruguay	428	0.5	-5.2	0.9
México	410	11.7	-3.4	-7.4
Argentina	391	4.1	-4.8	-5.8
Brasil	390	7.8	-0.1	-12.2
Colombia	388	14.4	-9.0	-4.9

NOTA: Los valores presentados para cada competencia representan la diferencia con el promedio de rendimiento para cada país. Así por ejemplo, el resultado de Argentina para la competencia Identificar temas científicos es de 395.1.

Se puede observar que la competencia Identificar temas científicos es en la que se obtienen mejores resultados, mientras que en Utilizar evidencia científica se presentan las mayores dificultades. La competencia Explicar fenómenos científicamente, probablemente la más trabajada en las aulas ya que se basa en la aplicación de conceptos científicos, muestra resultados por debajo del promedio de cada país.

Con relación a los resultados de conocimiento, encontramos lo siguiente:

Países	PUNTAJE	CONOCIMIENTO			
		SOBRE CIENCIA	DE CIENCIA		
			Sistemas de la Tierra y el Espacio	Sistemas Biológicos	Sistemas Físicos
Chile	438	4.5	-9.9	-3.8	-5.0
Uruguay	428	3.4	-31.2	4.5	-6.7
México	410	3.3	1.9	-7.7	4.6
Argentina	391	5.9	-7.5	-0.2	-7.8
Brasil	390	3.3	-15.4	12.6	-5.5
Colombia	388	8.4	-17.7	-4.5	-10.0

Se destaca en el cuadro anterior que para todo Latinoamérica el conocimiento sobre ciencia presenta puntajes por sobre el promedio. Es decir, que aquellas cuestiones relacionadas con aspectos metodológicos de la ciencia han tenido un rendimiento superior frente a los contenidos tradicionales de las disciplinas.

Dentro de las áreas del conocimiento de ciencia, “Sistemas de la Tierra y el Espacio” aparece por debajo del promedio de países para la mayoría al igual que “Sistemas Físicos”, siendo éstos, probablemente, los dos bloques menos trabajados dentro de las ciencias naturales. En la región se destaca México, con valores superiores en física y química y ciencias de la Tierra y muy inferiores en biología.

Para el caso específico de Argentina, con relación al conocimiento de ciencia los resultados obtenidos coinciden en general con otros muchos estudios realizados por la investigación educativa en ciencias y con los resultados obtenidos por la DiNIECE, a partir de los operativos nacionales de evaluación. Aquellos contenidos relacionados con física y química y con ciencias de la Tierra presentan puntajes mucho más bajos que los relacionados con Biología.



## Resultados de las competencias por niveles de rendimiento

En este apartado se exponen los resultados obtenidos para cada una de las competencias evaluadas, expresados en porcentaje de alumnos que alcanzaron los distintos niveles de desempeño en que se categoriza cada una de las mismas.

### IDENTIFICAR TEMAS CIENTÍFICOS

Niveles de desempeño:

Competencia de los alumnos	Tareas que son capaces de hacer
<b>NIVEL 6:</b>	
Demuestran habilidades para comprender y articular modelos complejos relacionados con el diseño de una investigación	Relacionar aspectos de un diseño experimental con el objetivo del problema de investigación. Diseñar una investigación que responda adecuadamente a un problema científico específico. Identificar variables necesarias para ser controladas en una investigación y relacionar los métodos para lograr el control.
<b>NIVEL 5:</b>	
Comprender los elementos básicos de una investigación científica y pueden determinar si los métodos pueden aplicarse en contextos variados complejos y abstractos. En un experimento dado, pueden identificar el problema que está siendo investigado y explicar cómo la metodología está relacionada con el problema.	Identificar las variables que pueden cambiar y que pueden ser medidas en una investigación en una amplia variedad de contextos. Comprender la necesidad de control de variables extrañas a una investigación que puedan estar influyendo. Responder a un problema científico relevante sobre un tema dado.
<b>NIVEL 4:</b>	
Pueden identificar los cambios y los valores de variables en una investigación y por lo menos una variable que está siendo controlada. Puede expresar el problema de una investigación sencilla presentada.	Distinguir que los resultados del grupo control deben ser comparados con los del grupo experimental. Diseñar investigaciones en las que los elementos involucrados establecen relaciones sencillas. Ser conciente de que los efectos de variables sin control deben tratar de ser tenidos en cuenta en investigaciones.

Competencia de los alumnos	Tareas que son capaces de hacer
<b>NIVEL 3:</b>	
<p>Pueden realizar juicios sobre mediciones en una investigación científica. Describir una investigación e identificar cambios en las variables medidas.</p>	<p>Identificar las cantidades que pueden ser científicamente medidas en una investigación. Distinguir entre un cambio y una medida en una variable en un experimento sencillo. Reconocer cuando las comparaciones se realizan entre dos pruebas (pero no es capaz de relacionar el objetivo del grupo control).</p>
<b>NIVEL 2:</b>	
<p>Identifican si una medida se puede aplicar a una variable en una investigación. Reconocen la variable independiente. Pueden identificar la relación entre un modelo simple y el fenómeno modelizado. En temas de investigación, pueden identificar las palabras clave en una búsqueda.</p>	<p>Identificar alguna característica relevante modelizada en una investigación. Demostrar comprensión sobre lo que se puede y no se puede medir con instrumental científico. Seleccionar el objetivo más apropiado para una investigación a partir de una selección propuesta. Reconocer qué ha cambiado (causa) en un experimento. Seleccionar el mejor grupo de palabras clave para una búsqueda en internet sobre una temática a partir de un conjunto dado.</p>
<b>NIVEL 1:</b>	
<p>Pueden sugerir fuentes apropiadas de información para temas científicos. Pueden identificar una cantidad que esté variando en un experimento. En contextos específicos pueden reconocer que una variable puede ser medida utilizando herramientas conocidas o no.</p>	<p>Seleccionar algunas fuentes apropiadas a partir de fuentes potenciales de información sobre un tema científico. Identificar una cantidad que está sufriendo cambios en una situación simple dada. Reconocer cuando un dispositivo puede ser usado para medir una variable (dentro del campo de dispositivos de medida conocidos por el alumno).</p>



Aproximadamente el 22 por ciento de las tareas de evaluación de ciencias de PISA 2006 se relacionan con esta competencia y los resultados para Latinoamérica fueron los siguientes:

	Identificar Temas Científicos						
	Debajo del Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Chile	11.2	24.3	32.2	22.0	8.7	1.6	0.1
Uruguay	15.9	26.4	29.4	19.6	7.4	1.2	0.1
México	15.1	29.0	32.8	18.0	4.5	0.5	0.0
Colombia	22.4	28.1	30.3	15.1	3.6	0.5	0.0
Argentina	25.3	28.6	27.7	14.1	4.0	0.3	0.0
Brasil	25.3	30.1	27.1	12.9	4.0	0.6	0.0

Como dato relevante señalamos que la dispersión de los resultados para el caso argentino va desde el puntaje 165 hasta el 545, representando el más alto de la región.

Argentina, Brasil y Colombia tienen más del 50 por ciento de los alumnos por debajo del nivel básico de alfabetización científica. Esto significa que para este nivel elemental, más de la mitad de los alumnos no pueden identificar si un valor se puede aplicar a una variable en una investigación. Tampoco, pueden reconocer la variable independiente, diferenciar entre un modelo simple y el fenómeno modelizado, y en temas de investigación propuestos, no pueden identificar las palabras clave para una búsqueda.

Algunos ejemplos de evaluación para esta competencia:

## LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron construidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio. En 1980, las estatuas originales fueron llevadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron reemplazadas por réplicas. Las estatuas originales estaban siendo erosionadas por la lluvia ácida.



### Pregunta 5: LLUVIA ÁCIDA

S485Q05 - 0 1 2 9

Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron pedacitos de mármol en agua destilada por toda una noche.

Explicá por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento.

.....

.....

Tipo de pregunta: Respuesta abierta.

Competencia: Identificar temas científicos. Nivel 6.

Conocimiento sobre ciencia: Investigación científica.

Contexto: Personal. Área de aplicación: Riesgos.

Respuestas correctas en Argentina con puntaje completo: 14,87 por ciento.

Respuestas en blanco 46 por ciento. En este ejemplo se verifican las dificultades para comprender y explicar un diseño experimental.

#### LLUVIA ÁCIDA PREGUNTA 5

Puntaje completo

**Código 2:** Para mostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

- Para asegurarse de que el agua de la lluvia debe ser ácida, como la lluvia ácida, para causar esta reacción.
- Para ver si hay o no otras causas para los agujeros en los pedacitos de mármol.
- Porque demuestra que los pedacitos de mármol no reaccionan con cualquier líquido acuoso neutro.

Puntaje parcial

**Código 1:** Para comparar con la prueba del mármol en vinagre, pero no está claro lo que se quiere hacer para demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

- Para comparar con el otro tubo de ensayo.
- Para ver si hay o no cambios en los pedacitos de mármol en el agua pura.
- Los alumnos incluyeron este paso para demostrar qué ocurre con la lluvia normal sobre el mármol.
- Porque el agua destilada no es ácida.
- Funciona como control.
- Para ver la diferencia entre el agua normal y el agua acidificada (vinagre).

Comentario:

Los alumnos obtienen el puntaje completo a esta pregunta por comprender que es necesario mostrar que la reacción no ocurrirá en el agua. El vinagre es un reactivo necesario. Al ubicar pedazos de mármol en agua destilada se demuestra comprensión del papel del control en un experimento científico.

En cambio, los alumnos que obtienen puntaje parcial muestran que son concientes de que un experimento involucra una comparación pero no lo informan para demostrar que conocen que el objetivo es mostrar que el vinagre es un reactivo necesario. La pregunta requiere que los alumnos conozcan la estructura de un experimento y por lo tanto pertenece a la categoría investigación científica. El contexto de aplicación tiene relación con los riesgos de la lluvia ácida, pero el experimento se ubica en el plano personal.

Un alumno que obtiene el puntaje para este nivel 6 es capaz de comprender los modelos experimentales usados y relacionar el método utilizado para controlar la variable principal. Un estudiante que obtiene puntaje parcial (nivel 3) es capaz de reconocer la comparación realizada sin entender el objetivo de la misma.

Veamos otro ejemplo:

## CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

### DEBERÍA PROHIBIRSE EL CHOCLO GM

Los grupos de conservacionistas de la vida silvestre están exigiendo que se prohíba un nuevo choclo genéticamente modificado (GM).

Este choclo GM está diseñado para no ser afectado por un nuevo y potente herbicida que mata la planta de choclo convencional. Este nuevo herbicida matará a la mayor parte de las malezas que crecen en los campos de cultivo del choclo.

Los conservacionistas dicen que, dado que estas malezas son el alimento de pequeños animales, especialmente insectos, el uso de este nuevo herbicida con el choclo GM será dañino para el medio ambiente. Los que están a favor del uso del choclo GM dicen que un estudio científico ha demostrado que esto no ocurrirá.

Los detalles del estudio científico mencionado en el artículo anterior son los siguientes:

- Se plantó choclo en 200 campos a lo largo del país.
- Cada campo se dividió en dos. En la mitad se sembró el choclo genéticamente modificado (GM) tratado con el potente herbicida nuevo, y en la otra mitad se sembró el choclo convencional tratado con un herbicida convencional.
- El número de insectos encontrado en el choclo GM, tratado con el nuevo herbicida, fue más o menos el mismo que el número de insectos encontrados en el choclo convencional, tratado con el herbicida convencional.

### Pregunta 3: CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

S508Q03

El choclo se plantó en 200 campos a lo largo del país. ¿Por qué los científicos usaron más de un lugar?

- A Para que muchos agricultores pudieran probar el nuevo choclo GM.
- B Para saber cuánto choclo GM podían cultivar.
- C Para cubrir tanta tierra como fuera posible con el cultivo GM.
- D Para incluir varias condiciones de crecimiento para el choclo.

Tipo de pregunta: Opción múltiple.

Competencia: Identificar temas científicos. Nivel 2.

Conocimiento sobre ciencia: Investigación científica.

Contexto: Social. Área de aplicación: Fronteras del conocimiento.



### CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS PREGUNTA 3

#### Puntaje completo

**Código 1:** D. Para incluir varias condiciones de crecimiento para el choclo.  
Respuestas correctas en Argentina: 55,2 por ciento. El nivel de respuestas correctas es aceptable. Se destaca no obstante que la opción incorrecta más elegida es la A con lo que se evidencian algunas dificultades sobre las características del diseño experimental.

#### Comentario:

Se trata de una pregunta típica para el nivel 2 que requiere demostrar conocimientos sobre el diseño experimental en ciencia. Los alumnos tienen que darse cuenta de que el efecto del tratamiento (diferentes herbicidas) sobre los resultados (cantidad de insectos) puede depender de factores ambientales. De esta manera, la repetición de la prueba en 200 campos controla la eventual influencia de factores ambientales (espurios) que puedan modificar los resultados.

La pregunta se enfoca en la metodología de la investigación y el área de aplicación son las fronteras de la ciencia y la tecnología. Por su parte, el contexto de la situación es social.

Si esta pregunta fuera abierta, correspondería categorizarla en el nivel 4. Pero como se presentan distintas variables en los distractores de la pregunta, y con ello los alumnos tienen mayores posibilidades para comprender mejor la situación y descartar las que no corresponden, se clasifica dentro del nivel 2.

### EXPLICAR FENÓMENOS CIENTÍFICAMENTE

#### Niveles de desempeño

Competencia de los alumnos	Tareas que son capaces de hacer
<b>NIVEL 6:</b>	
Utilizan un amplio campo de conocimiento científico abstracto y establecen relaciones entre los conceptos y los procesos de desarrollo de explicaciones en diversos sistemas.	Demuestran comprensión de una gran variedad de conceptos abstractos y complejos en sistemas físicos, biológicos o ambientales. Para desarrollar una explicación pueden establecer relaciones entre conceptos.
<b>NIVEL 5:</b>	
Utilizan conocimiento centrado en dos o tres conceptos científicos e identifican las relaciones entre ellos y los procesos de desarrollo de explicaciones de fenómenos en distintos contextos.	En una situación dada pueden identificar las principales características, ya sean conceptuales o factuales y emplear sus relaciones para elaborar la explicación de un fenómeno. En un contexto dado, puede sintetizar dos o tres ideas centrales para elaborar una explicación o predecir un resultado.

Competencia de los alumnos	Tareas que son capaces de hacer
<b>NIVEL 4:</b>	
<p>Comprenden ideas científicas, incluyendo modelos científicos, con un nivel significativo de abstracción. Pueden aplicar en general conceptos científicos e ideas sobre el desarrollo de explicaciones de fenómenos.</p>	<p>Comprender modelos científicos y elegir el adecuado para elaborar una inferencia en la explicación de un fenómeno en un contexto específico (por ejemplo, el modelo de partículas, modelos planetarios o modelos de sistemas biológicos). Vincular dos elementos de un conocimiento específico (incluyendo elementos abstractos) en una explicación (por ejemplo, el aumento de ejercicio físico lleva a un aumento del metabolismo en las células musculares; esto requiere de un aumento suplementario en el intercambio de gases en la sangre, lo cual se logra por un aumento en el ritmo respiratorio).</p>
<b>NIVEL 3:</b>	
<p>Pueden aplicar una o más ideas científicas concretas en el desarrollo de la explicación de un fenómeno. Este proceso mejora cuando hay elementos específicos presentados en la situación u opciones a partir de las cuales poder elegir. Cuando elaboran una explicación causa-efecto, reconocen relaciones simples y pueden utilizar modelos científicos explícitos.</p>	<p>Comprender las características centrales de un sistema, y en concreto, poder predecir resultados de los cambios en el sistema (por ejemplo, el efecto del debilitamiento del sistema inmune en seres humanos). En un contexto dado, simple y claro, recordar hechos relevantes y aplicarlos para explicar un fenómeno.</p>
<b>NIVEL 2:</b>	
<p>Pueden recordar hechos científicos en contextos simples y pueden utilizarlos para explicar o predecir un resultado.</p>	<p>Brindar un resultado específico en un contexto simple y con información complementaria indicar la causa (por ejemplo, territorios que contienen fósiles marinos indican que alguna vez estuvieron debajo del mar; el agua se expande cuando se congela y abre grietas en las rocas). Recordar hechos científicos específicos y su papel principal en el dominio público (por ejemplo, la vacunación brinda protección contra virus que producen enfermedades).</p>
<b>NIVEL 1:</b>	
<p>Reconocen una relación causa-efecto simple y sus relaciones a partir de elementos presentados en un contexto dado. El conocimiento que utilizan sobre hechos científicos proviene de la experiencia personal o de concepciones alternativas cotidianas.</p>	<p>Elegir una respuesta apropiada, entre varias respuestas, en un contexto dado, y recordar un hecho científico implicado (por ejemplo, los amperímetros se utilizan para medir la corriente eléctrica). Dados suficientes elementos, reconocer la relación entre una causa simple y un efecto (por ejemplo, ¿Aumenta el flujo de sangre a los músculos durante un ejercicio? Sí o no)</p>

La competencia “explicar fenómenos científicamente” está relacionada con las tareas más tradicionales de los cursos de ciencias en materias como física o biología.

Las áreas de interés para esta competencia están en la aplicación del conocimiento de ciencia en una situación dada, describiendo o interpretando fenómenos y prediciendo cambios.

Aproximadamente el 46 por ciento de las tareas de ciencias en PISA 2006 están relacionadas con esta competencia y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Países	Explicar Fenómenos Científicamente						
	Debajo del Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Chile	14.8	27.9	28.9	18.2	8.1	1.9	0.1
Uruguay	18.8	26.4	27.9	18.3	6.9	1.5	0.2
México	19.5	33.3	29.7	13.9	3.2	0.4	0.0
Argentina	29.9	28.1	24.5	13.2	3.8	0.5	0.0
Brasil	28	33.3	23.6	10.9	3.5	0.7	0.1
Colombia	30.8	33.1	24.1	9.9	1.9	0.2	0.0

Los estudiantes que alcanzan el nivel 2 pueden recordar hechos científicos en contextos simples y pueden utilizarlos para explicar o predecir un resultado. Por ejemplo, pueden brindar un resultado específico en un contexto simple y contando información complementaria, mostrar la causa (por ejemplo, territorios que contienen fósiles marinos indican que alguna vez estuvieron debajo del mar; o la vacunación brinda protección contra virus que producen enfermedades). En el caso de Argentina<sup>2</sup>, además se verifica que el mayor porcentaje de alumnos para esta competencia está por debajo del nivel 1.

A continuación, presentamos algunos ejemplos de esta competencia.

<sup>2</sup> Como dato complementario, señalamos que la dispersión del puntaje en la Argentina resulta muy amplia y va desde 167 hasta 554 puntos. Es decir, existe una gran distancia entre los alumnos que obtienen los mejores y los peores resultados.

## EFFECTO INVERNADERO

Leé los siguientes textos y contestá las preguntas que siguen.

### EL EFECTO INVERNADERO: ¿REALIDAD O FICCIÓN?

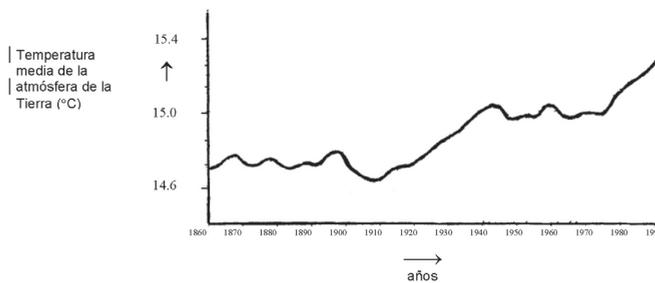
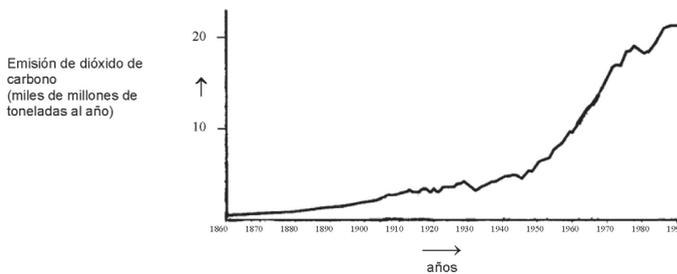
Los seres vivos necesitan energía para sobrevivir. La energía que preserva la vida en la Tierra procede del Sol que, al estar muy caliente, irradia energía al espacio. Una pequeña proporción de esta energía llega hasta la Tierra.

La atmósfera de la Tierra actúa como una capa protectora de la superficie de nuestro planeta, evitando las variaciones de temperatura que existirían en un mundo sin aire. La mayor parte de la energía radiada por el Sol pasa a través de la atmósfera de la Tierra. La Tierra absorbe una parte de esta energía y otra parte es reflejada por su superficie. La atmósfera absorbe parte de esta energía reflejada.

Como resultado de todo ello, la temperatura media más allá de la superficie de la Tierra es mayor de lo que lo sería si no existiera atmósfera. La atmósfera de la Tierra funciona como un invernadero, de ahí el término *efecto invernadero*. Se dice que el efecto invernadero se ha acentuado en el siglo veinte.

Es un hecho que la temperatura media de la atmósfera ha aumentado. En los diarios y las revistas se afirma con frecuencia que la principal causa responsable del aumento de la temperatura en el siglo XX es la emisión de dióxido de carbono.

Un estudiante llamado Andrés se interesa por la posible relación entre la temperatura media de la atmósfera de la Tierra y la emisión de dióxido de carbono en la Tierra. En una biblioteca encuentra los dos gráficos siguientes.





A partir de estos dos gráficos, Andrés concluye que es cierto que el aumento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra se debe al aumento de la emisión de dióxido de carbono.

**Pregunta 5: EFECTO INVERNADERO**

S114Q05-01 02 03 11 12 99

Andrés insiste en su conclusión de que el incremento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra se debe al aumento de la emisión de dióxido de carbono. Pero Ana piensa que su conclusión es prematura. Ella dice: "Antes de aceptar esta conclusión, debés asegurarte que los otros cambios en la atmósfera no pueden influir en el efecto invernadero."

Nombrá uno de los cambios en la atmósfera en los que está pensando Ana.

.....  
.....

Tipo de pregunta: Abierta.

Competencia: Explicar científicamente fenómenos. Nivel 6.

Conocimiento de ciencia: Sistemas de la Tierra y el espacio.

Contexto: Global. Área de aplicación: Ambiente.

Respuestas correctas en la Argentina: 8,09 por ciento. Respuestas en blanco: 63,1.

**Código 11:** Da un factor que se refiere a la energía/radiación que viene del Sol. El calor del sol y quizá la posición cambiante de la Tierra

- La energía reflejada desde la Tierra. [Se asume que por "Tierra" el alumno quiere indicar superficie terrestre.]

**Código 12:** Da un factor que se refiere a un componente natural o un contaminante potencial

- Vapor de agua en el aire
- Las nubes
- Las cosas como las erupciones volcánicas
- La contaminación atmosférica (gases, combustible)
- La cantidad de gases eliminados
- CFC's
- El número de autos
- El ozono (como un componente de aire) [Nota: para las referencias a la disminución, use Código 03]

Comentario:

Se trata de la pregunta más difícil de la unidad. El alumno para responder debe incluir en la respuesta conocimientos no presentados en el ejercicio y relacionarlos con la temática planteada. Debe analizar la conclusión y tener en cuenta otros factores que pueden influir en el efecto invernadero. Esta pregunta combina aspectos de dos competencias: identificar temas cien-

tíficos y explicar fenómenos científicamente. El alumno debe comprender la necesidad de controlar factores externos al cambio y medir y reconocer variables. Debe poseer suficiente conocimiento sobre “Sistemas de la Tierra” para ser capaz de identificar al menos uno de los factores que debe ser controlado. El último criterio es considerado central dentro de las habilidades científicas por lo que esta pregunta se categoriza como explicar fenómenos científicamente.

El alumno también tiene que reconocer el contexto e identificar sus componentes. Esto implica comprender un número de conceptos y sus relaciones para poder determinar los factores intervinientes que puedan afectar la relación entre la temperatura de la Tierra y la cantidad de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

Otro ejemplo:

## MARY MONTAGU

Leé el siguiente artículo de un diario y contestá las preguntas que siguen a continuación.

### LA HISTORIA DE LAS VACUNAS

Mary Montagu era una bella mujer. En 1715, sobrevivió a un ataque de viruela, pero quedó cubierta de cicatrices. Mientras vivía en Turquía, en 1717, observó un método llamado inoculación que comúnmente se usaba allí. Este tratamiento consistía en rasguñar la piel de una persona sana y joven con un tipo de virus atenuado de viruela, la gente luego se enfermaba, pero en la mayoría de los casos solamente con una forma benigna de la enfermedad.

Mary Montagu estaba tan convencida de la seguridad de estas inoculaciones que permitió que se inoculara a su hijo y a su hija.

En 1796, Edward Jenner usó inoculaciones de una enfermedad relacionada, la viruela de la vaca, para producir anticuerpos contra la viruela. Comparado con la inoculación de la viruela, este tratamiento tenía menos efectos secundarios y la persona tratada no podía contagiar a otros. El tratamiento fue llamado vacunación.

### Pregunta 2: MARY MONTAGU

S477Q02

¿Contra qué tipo de enfermedades es posible vacunar a la gente?

- A Enfermedades hereditarias como la hemofilia.
- B Enfermedades causadas por virus, como la polio.
- C Enfermedades provocadas por el mal funcionamiento del cuerpo, como la diabetes.
- D Cualquier enfermedad que no tenga cura.

Tipo de pregunta: Opción múltiple.

Competencia: Explicar científicamente fenómenos. Nivel 2.

Conocimiento de ciencia: Sistemas biológicos.

Contexto: Social. Área de aplicación: Salud.

Respuestas correctas en la Argentina: 59,5 por ciento. Entre las incorrectas más elegidas se encuentra la opción C, lo que indica una importante confusión sobre el contenido de inmunidad. A pesar de ser un contenido que se trabaja en las aulas, los resultados son los más bajos de la región.

### Puntaje completo

**Código 1:** B. Enfermedades causadas por virus, como la polio.

Comentario:

El alumno debe recordar específicamente que la vacunación ayuda a prevenir enfermedades causadas por elementos externos a los componentes normales del cuerpo. El término “virus” aparece en el estímulo y constituye una orientación para los alumnos.

---

#### Pregunta 3: MARY MONTAGU

S477Q03

Si animales o seres humanos se enferman de alguna enfermedad bacteriana infecciosa y luego se recuperan, el tipo de bacteria que les causó la enfermedad generalmente no vuelve a enfermarlos.

¿Por qué sucede esto?

- A. El cuerpo ha matado a todas las bacterias que pueden causar el mismo tipo de enfermedad.
- B. El cuerpo ha producido anticuerpos que matan a este tipo de bacteria antes de que se multiplique.
- C. Los glóbulos rojos matan a todas las bacterias que puedan causar el mismo tipo de enfermedad.
- D. Los glóbulos rojos capturan y se deshacen de este tipo de bacterias en el cuerpo.

Tipo de pregunta: Opción múltiple.

Competencia: Explicar científicamente fenómenos. Nivel 2.

Conocimiento de ciencia: Sistemas biológicos.

Contexto: Social. Área de aplicación: Salud.

Respuestas correctas en la Argentina: 57,5 por ciento. Entre las opciones incorrectas más elegidas están la A y la C por lo que se pueden confirmar las dificultades señaladas en la pregunta anterior.

### Puntaje completo

**Código 1:** B. El cuerpo ha producido anticuerpos que matan a este tipo de bacteria antes de que se multiplique.

Comentario:

El alumno debe recordar que el cuerpo produce anticuerpos que actúan contra bacterias externas que producen enfermedades. La aplicación del

conocimiento supone reconocer que los anticuerpos brindan resistencia para posteriores infecciones de la misma bacteria. El alumno debe seleccionar la explicación más apropiada en un contexto relativamente simple.

## UTILIZAR EVIDENCIA CIENTÍFICA

### Niveles de desempeño

Competencia de los alumnos	Tareas que son capaces de hacer
<b>NIVEL 6:</b>	
<p>Demuestran una habilidad para comparar y diferenciar explicaciones que analizan y se apoyan en evidencias.</p> <p>Pueden formular argumentos sintetizando evidencias a partir de múltiples fuentes.</p>	<p>Reconocer que hipótesis alternativas pueden construirse a partir del mismo conjunto de evidencias. Probar hipótesis enfrentadas contra la evidencia disponible.</p> <p>Construir un argumento lógico para una hipótesis empleando datos a partir de fuentes diversas.</p>
<b>NIVEL 5:</b>	
<p>Interpretan datos a partir de conjuntos presentados en formatos variados. Pueden identificar y explicar diferencias y similitudes en esas series de datos y elaborar conclusiones basadas sobre evidencias presentadas en ellas.</p>	<p>Comparar y discutir las características de diferentes conjuntos de datos graficados.</p> <p>Reconocer y discutir relaciones entre conjuntos de datos en los que las medidas de las variables difieren.</p> <p>Realizar juicios sobre la validez de las conclusiones, basados en el análisis de la suficiencia de los datos.</p>
<b>NIVEL 4:</b>	
<p>Pueden interpretar un conjunto de datos presentados en formatos variados, tales como tablas, gráficos y diagramas. Pueden resumir datos y encontrar patrones relevantes.</p> <p>Pueden utilizar los datos para elaborar conclusiones relevantes. Los alumnos pueden también determinar si los datos apoyan o no una afirmación sobre un fenómeno.</p>	<p>Ubicar las partes relevantes de un gráfico y comparar con la respuesta a una pregunta específica. Comprender cómo se usa el control en el análisis de los resultados de una investigación y en el desarrollo de una conclusión.</p> <p>Interpretar un gráfico que contiene las medidas de dos variables y sugerir relaciones creíbles entre ellas.</p> <p>Identificar las características de un dispositivo técnico sencillo a partir de referencias representadas en un diagrama y en conceptos científicos generales y así elaborar conclusiones.</p>



Competencia de los alumnos	Tareas que son capaces de hacer
<b>NIVEL 3:</b>	
<p>Seleccionan una parte de información relevante a partir de datos presentados para responder a una pregunta o para brindar apoyo a favor o en contra de una conclusión dada.</p> <p>Pueden elaborar una conclusión a partir de conjunto de datos sencillos.</p> <p>Pueden determinar, en casos simples, si se presenta suficiente información para apoyar a una conclusión presentada.</p>	<p>Elaborar una pregunta específica a partir de información científica relevante presentada en el cuerpo de un texto. Brindar una evidencia (o dato) específico elegido entre conclusiones válidas e inválidas.</p> <p>Aplicar un criterio simple en un contexto dado para elaborar una conclusión o realizar una predicción sobre un resultado.</p> <p>A partir de un conjunto de funciones dadas, determinar si se pueden aplicar a un dispositivo específico.</p>
<b>NIVEL 2:</b>	
<p>Pueden reconocer las características generales de un gráfico si se presenta la información necesaria y pueden identificar características en un gráfico o en una tabla que apoyen una afirmación.</p> <p>Reconocen si un conjunto de características dadas se puede aplicar al funcionamiento de artefactos cotidianos y pueden tomar decisiones sobre el uso.</p>	<p>Comparar en dos columnas en una tabla simple de medidas y señalar las diferencias.</p> <p>Establecer una tendencia en un conjunto de medidas o en una curva o en un gráfico de barras.</p> <p>Identificar en un artefacto de uso cotidiano algunas características o propiedades a partir de un listado más amplio.</p>
<b>NIVEL 1:</b>	
<p>Pueden extraer información de un folleto o de un diagrama relativo a un contexto habitual. Pueden extraer información de gráficos de barras que requieren comparaciones simples. En contextos cotidianos pueden atribuir un efecto a una causa.</p>	<p>Responder una pregunta específica perteneciente a un gráfico de barras, realizar comparaciones de la altura de las barras y mostrar el significado de las diferencias observadas.</p> <p>Identificar, en algunos casos simples, la causa apropiada en la variación de un fenómeno natural (por ejemplo, las fluctuaciones en los rendimientos de las turbinas eólicas pueden ser atribuidas a cambios en la fuerza del viento).</p>

Esta competencia representa aproximadamente el 32 por ciento de PISA 2006 y se relaciona con la capacidad de sintetizar conocimiento de ciencia y conocimiento sobre ciencia como también su aplicación en situaciones de la vida diaria o relacionadas con problemas actuales.

Las principales características de esta competencia son la interpretación de evidencias científicas y la elaboración y comunicación de conclusiones; la identificación de supuestos, evidencias y razonamientos que hay detrás de las conclusiones; también la reflexión sobre las implicancias sociales de los desarrollos de la ciencia y la tecnología.

Los resultados para cada nivel fueron:

Países	Utilizar Evidencias Científicas						
	Debajo del Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Chile	16	23.9	26.9	20.0	10.0	2.8	0.3
Uruguay	19.8	22.3	26.3	20.1	9.1	2.1	0.3
México	23.7	29.1	27.5	15.2	4.0	0.5	0.0
Argentina	31.9	24.6	23.4	13.8	5.4	0.9	0.1
Colombia	29.0	32.0	26.0	10.5	2.3	0.2	0.0
Brasil	35.0	28.3	20.9	11.0	4.0	0.8	0.1

#### Porcentaje de alumnos en cada nivel.

La distribución de alumnos en la Argentina va desde el puntaje 191 hasta el 572.

En el nivel 2, los alumnos pueden reconocer las características generales de un gráfico (comparar dos columnas en una tabla simple de medidas y señalar las diferencias, establecer una tendencia en un conjunto de medidas o en una curva o en un gráfico de barras) y también pueden reconocer si un conjunto de propiedades se puede aplicar al funcionamiento de artefactos cotidianos y pueden tomar decisiones sobre el uso.

Argentina y Brasil tienen los mayores porcentajes de rendimiento por debajo del nivel 1, y junto con México y Colombia tienen alrededor del 60 por ciento de los alumnos debajo del nivel básico de alfabetización científica. Se ubican en un segundo grupo Chile y Uruguay con la mayoría de alumnos en el nivel 2.

Algunos ejemplos:

## FILTROS SOLARES

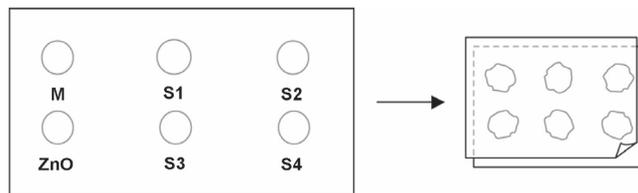
Yanina y Daniel querían saber qué filtro solar les daba la mejor protección para la piel. Los filtros solares tienen un *Factor de protección solar (SPF)* que indica lo que cada producto absorbe del componente de radiación ultravioleta de la luz solar. Los filtros solares con alto SPF protegen a la piel por más tiempo que los filtros solares con bajo SPF.

A Yanina se le ocurrió una manera de comparar distintos filtros solares. Daniel y ella recolectaron lo siguiente:

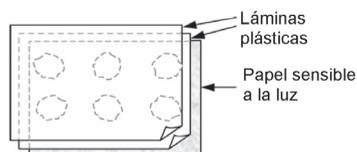
- dos láminas de un plástico transparente que no absorbe la luz solar;
- una hoja de papel sensible a la luz;
- aceite mineral (M) y una crema que contiene óxido de zinc (ZnO); y
- cuatro filtros solares distintos que llamaron S1, S2, S3, y S4.

Yanina y Daniel incluyeron aceite mineral porque deja pasar la mayor parte de la luz solar, y óxido de zinc porque bloquea casi por completo la luz solar.

Daniel echó una gota de cada sustancia dentro de un círculo marcado en una de las láminas de plástico y luego la cubrió con la otra lámina. Luego puso un libro grande sobre ambas láminas presionándolas.



Después Yanina puso las láminas plásticas sobre la hoja de papel sensible a la luz. El papel sensible a la luz cambia de gris oscuro a blanco (o gris muy claro) según el tiempo que ha estado expuesto a la luz solar. Finalmente, Daniel puso todo en un lugar soleado.

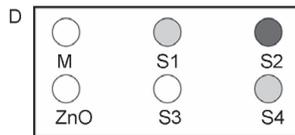
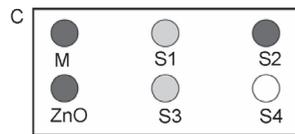
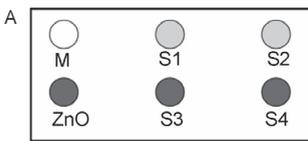


**Pregunta 5: FILTROS SOLARES**

S447Q05 - 0 1 2 9

El papel sensible a la luz es gris oscuro y se destiñe a un gris más claro cuando se expone a un poco de luz solar, y a blanco cuando se expone a mucha luz solar.

¿Cuál de los siguientes diagramas muestra lo que podría esperarse? Explicá por qué lo elegiste.



Respuesta: .....

Explicación: .....

.....

.....

Tipo de pregunta: Respuesta abierta.

Competencia: Utilizar evidencias científicas. Nivel 4.

Conocimiento sobre ciencia: Explicaciones científicas.

Contexto: Personal. Área de aplicación: Salud.

Respuestas correctas en la Argentina: 8 por ciento. Respuestas en blanco: 50 por ciento. Este resultado es el más bajo de la región y podemos considerarlo de toda la evaluación (en los ejercicios liberados). Aunque es similar al obtenido en la pregunta 5 de "Efecto invernadero", en este caso, el nivel de dificultad de la pregunta es medio, por lo que cobra más fuerza la interpretación que señala el insuficiente trabajo sobre cuestiones de metodología de la ciencia en las aulas argentinas.

**Puntaje completo**

**Código 2:** A. Con una explicación de que el punto ZnO ha permanecido gris oscuro (porque bloquea la luz solar) y que el punto M se ha vuelto blanco (porque el aceite mineral absorbe muy poca luz solar).

[No es necesario incluir las explicaciones que se muestran en paréntesis].

- A. Como se muestra en el diagrama, la luz solar es bloqueada en el punto ZnO y al punto M lo atraviesa.
- Elijo A porque el aceite mineral se aclara mientras que el óxido de zinc es el más oscuro.

#### Puntaje parcial

**Código 1:** A. Da una explicación correcta para el punto del ZnO o para el punto M, pero no para ambos.

- A. El aceite mineral tiene poca resistencia contra la luz UV. Con otras sustancias el papel no será blanco.
- A. El óxido de zinc absorbe prácticamente todos los rayos como lo muestra el diagrama.
- A. Porque el ZnO bloquea la luz y M la absorbe.

#### Comentario:

En este caso, se les presenta a los alumnos los resultados de un experimento y se les pide que interpreten el patrón de resultados y expliquen la conclusión. La pregunta requiere que el alumno demuestre comprensión de los diagramas y realice la elección correcta. Para elaborar la respuesta correcta el alumno debe poner en relación tres evidencias para elaborar la conclusión: 1) que la luz puede pasar a través del aceite mineral, mientras que el ZnO bloquea la luz solar; 2) el papel sensible a la luz se aclara cuando se lo expone a la luz solar; 3) solamente uno de los diagramas muestra los criterios anteriores.

## Consideraciones sobre los resultados

Durante la mayor parte del siglo XX, los currículos de ciencia tendieron a centrarse en establecer las bases para la formación profesional en ciencia de un pequeño número de alumnos. En su mayor parte, estas propuestas presentaban y algunas aún presentan, un enfoque de las ciencias naturales centrado particularmente en el conocimiento de las disciplinas que las constituyen.

Por su parte, el conocimiento sobre ciencia y las aplicaciones tecnológicas relacionadas con la vida cotidiana, ocupaban u ocupan lugares marginales. Sin embargo, la influencia de los avances científicos y tecnológicos sobre las sociedades y el lugar central que ocupa la tecnología de la información requieren que todos los ciudadanos, y no solo los futuros científicos e ingenieros, tengan competencias en ciencias.

La proporción de alumnos con un nivel de aptitud muy bajo es, por lo tanto, también un indicador importante en lo que se refiere a la capacidad de los ciudadanos para participar de lleno en la sociedad y en el mercado de trabajo.

Como mencionamos, el Nivel 2 de aptitud se ha establecido como el nivel de base para definir el nivel de rendimiento en la escala de ciencias PISA en el que los alumnos comienzan a mostrar las competencias necesarias para

participar de manera activa en situaciones de la vida real relacionadas con las ciencias y la tecnología.

En general, más del cincuenta por ciento de los alumnos argentinos se encuentra por debajo del nivel 2. A menudo, por ejemplo, confunden rasgos clave de una investigación, aplican información científica incorrecta y mezclan sus creencias personales con los datos científicos para apoyar una decisión. Sin embargo y a pesar de los bajos resultados, resulta auspicioso que la competencia identificar temas científicos (centrada en aspectos de la metodología de la ciencia) sea la que mejores resultados presenta.

Sin descuidar la enseñanza y aprendizaje de conocimiento de ciencia (ambos conocimientos son valiosos), este escenario favorece el ineludible proceso de mejora en el aprendizaje y la utilización de estas competencias científicas clave (Gil y Vilches, 2006).

## Las actitudes de los alumnos hacia la ciencia

Para conocer en detalle las actitudes de los alumnos hacia la ciencia, en PISA 2006 se han establecido cuatro dimensiones: apoyo a la investigación científica, las propias ideas sobre el aprendizaje de ciencia, el interés en la ciencia y la responsabilidad hacia los recursos y el ambiente.

El apoyo a la investigación científica se presenta a menudo como un objetivo de la educación en ciencias. La valoración y el apoyo a la investigación científica implica que los alumnos estimen valiosos a los métodos científicos para obtener evidencias, el razonamiento, la crítica y la comunicación de conclusiones para confrontarlas en situaciones de la vida cotidiana relacionadas con la ciencia.

Las ideas sobre las habilidades y el propio aprendizaje de ciencia de los alumnos han sido incorporadas a la evaluación como un elemento importante para conocer el compromiso con la ciencia. Existen algunos indicios en investigaciones previas que indican que este componente está directamente vinculado con las diferencias de género y puede explicar parcialmente la motivación y los resultados de la evaluación en ciencia (Reiss y Park, 2001).

El interés por la ciencia ha sido incluido debido a que la investigación educativa ha mostrado que el interés temprano por la ciencia resulta un predictor para el aprendizaje posterior y/o elegir una carrera relacionada con la ciencia y la tecnología (OCDE, 2006)

En la actualidad, se considera que la responsabilidad hacia los recursos y el medio ambiente constituyen una cuestión de conciencia global. Por ello, PISA explora la responsabilidad de los alumnos por el desarrollo sustentable y el nivel de conciencia sobre temas ambientales. En la evaluación 2006 se ha recolectado información sobre el compromiso de los alumnos en temas relacionados con problemáticas ciencia-sociedad, su buena disposición para adquirir conocimiento y habilidades científicas y sus consideraciones sobre las carreras relacionadas con ciencia.

La obtención de datos sobre las actitudes de los alumnos hacia la ciencia se realizó no sólo utilizando un cuestionario para el alumno, sino también integrando cuestiones sobre las actitudes hacia la ciencia en la evaluación del rendimiento del alumno. La inclusión de estas preguntas permite explorar las actitudes en un contexto específico de evaluación de tareas escolares. PISA asume que las actitudes varían según los contextos y que las actitudes están correlacionadas con el rendimiento.

Para conocer si los estudiantes apoyan la investigación científica y tienen interés en aprender temas de ciencia directamente, fueron evaluados a través de preguntas pertenecientes a los contextos personales, sociales y globales.

En términos generales, una elevada proporción de alumnos (93 por ciento) declara que la ciencia es importante para comprender la naturaleza y que los avances en ciencia y tecnología habitualmente mejoran la vida de las personas. Pero apenas un veintiún por ciento de los alumnos opina que comprometería su vida en el intento de hacer avanzar a la ciencia.

Por otro lado, un ocho por ciento de los alumnos a escala internacional declara que lee libros relacionados con ciencia mientras que un trece por ciento expresa visitar páginas web de ciencia. Un veinte por ciento de los alumnos dice ver programas de ciencia en televisión y un porcentaje idéntico informa que lee revistas relacionadas con temas científicos.

Los alumnos también muestran su preocupación por temas ambientales. Un 73 por ciento de los alumnos manifiesta inquietud por la deforestación de las selvas para destinarlas al cultivo. Un 35 por ciento manifiesta preocupación por el uso de organismos modificados genéticamente (OGMs). Más del 90 por ciento de los alumnos están de acuerdo en que se exija a las industrias el tratamiento seguro de sus materiales de residuo, se proteja a los ambientes de especies amenazadas y se realicen controles periódicos en las emisiones de gases contaminantes en los transportes.

La mayor parte de los alumnos considera que las problemáticas ambientales permanecerán en la misma situación o bien empeorarán en los próximos veinte años. Apenas un 21 por ciento expresa optimismo sobre las fuentes de energía en el futuro y sólo un 13 por ciento cree que mejorará la situación de las selvas.

Según muestra la investigación educativa, muchos factores influyen para conformar actitudes hacia la ciencia (Osborne y otros, 2003). Así por ejemplo, las actitudes de los alumnos pueden estar fuertemente influidas por sus compañeros en el aula, por la cultura de la escuela, por el hogar y la cultura familiar, y de manera más general por la cultura del país (Heine y otros 1999; Bempechat y otros, 2002).

## ¿Apoyan los alumnos la investigación científica?

La mayoría de los alumnos que participaron de PISA 2006 declaran que valoran positivamente a la ciencia. Cuando se les pregunta, en el contexto de tareas específicas de evaluación de ciencias, tienden a mostrar fuertes niveles de acuerdo con la investigación científica (en promedio superiores al 70 por ciento). Así por ejemplo, cuando se les pide que fijen su grado de acuerdo con afirmaciones como las siguientes:

- El estudio sistemático de los fósiles es importante.
- Las causas de enfermedades solamente pueden ser identificadas mediante investigación científica.
- Estoy a favor de la investigación que desarrolle vacunas para nuevas variedades del virus de la gripe.

Como se ve, tanto sobre cuestiones más teóricas (estudio de fósiles) como para temas con posibilidades de aplicación social inmediata (vacunas), los alumnos declaran su postura favorable al desarrollo científico.

### VALORACIÓN GENERAL DE LA CIENCIA

Mostramos a continuación, el grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones (en porcentajes de alumnos).

- A. La ciencia es importante para ayudarnos a comprender el mundo natural.
- B. Los avances en ciencia y tecnología habitualmente mejoran las condiciones de vida de la gente.
- C. La ciencia es valiosa para la sociedad.
- D. Los avances en ciencia y tecnología habitualmente ayudan a mejorar la economía.
- E. Los avances en ciencia y tecnología habitualmente traen beneficios a la sociedad.

Podemos observar que para la mayoría de los alumnos la ciencia constituye

Países	A	B	C	D	E
Chile	97	95	91	84	92
Colombia	99	95	95	77	88
México	95	95	92	79	87
Brasil	96	94	93	77	84
Argentina	94	93	88	69	78
Uruguay	97	94	85	63	76



una herramienta valiosa para elaborar conocimiento sobre el mundo y también para mejorar las condiciones de vida en su vínculo con la tecnología, especialmente a través del desarrollo de nuevos artefactos o dispositivos.

En las dos últimas afirmaciones, se observa que si bien el porcentaje de acuerdos sigue alto, ya no está tan claro para los alumnos que la ciencia ayude a mejorar la economía y ni beneficiar a la sociedad en su conjunto.

### EL VALOR PERSONAL DE LA CIENCIA PARA LOS ALUMNOS

Mientras la mayoría de los alumnos considera valiosa a la ciencia en general, no ocurre lo mismo cuando se desplaza la consideración hacia una valoración personal en un cuestionario complementario. Es decir, aprecian el valor general de la ciencia pero ello no se relaciona con sus propias vidas y con su conducta. En promedio, más del 75 por ciento de los alumnos declara que la ciencia los ayuda a comprender el mundo que los rodea. Pero menos del 50 por ciento de los alumnos de los países con mejores rendimientos informan que la ciencia es importante para ellos. Del mismo modo, muy pocos dicen que se involucrarán en el ámbito científico cuando dejen la escuela.

Porcentajes de alumnos que declaran estar de acuerdo o muy de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- A. Encuentro que la ciencia me ayuda a comprender el mundo que me rodea.
- B. Emplearé la ciencia de muchas maneras cuando sea adulto.
- C. Algunos conceptos de ciencia me ayudan a saber cómo relacionarme con otras personas.
- D. Cuando deje la escuela habrá muchas oportunidades para mí de utilizar la ciencia.
- E. La ciencia es muy relevante para mí.

Países	A	B	C	D	E
Argentina	83	78	69	78	72
Brasil	89	76	74	75	78
Chile	87	77	80	79	73
Colombia	96	88	78	83	96
México	91	84	80	86	87
Uruguay	84	70	73	65	68

Para el caso de la afirmación E, puede resultar interesante conocer que el resultado en Finlandia es de 48, en Corea es de 50 y en Canadá es de 64. Es decir, valores que se hallan entre el 50 y 60 por ciento. Se trata de tres países que están dentro de los primeros diez con valores de rendimiento superiores a 520 puntos.

## ¿Qué creen los alumnos que pueden lograr en ciencias en la escuela?

El aprendizaje autónomo requiere por parte de los alumnos poseer un juicio crítico y realista de las dificultades de las tareas a las que se enfrentan y también ser conscientes de las habilidades involucradas y de la constancia necesaria para poner suficiente energía en su realización.

PISA 2006 releva información de cuánto creen los alumnos en sus propias habilidades para realizar las tareas y superar las dificultades y las propias creencias en sus habilidades académicas en ciencias.

Los alumnos con buenos rendimientos en la escuela no sólo confían en sus habilidades, sino que también creen que esforzarse en aprender marca una diferencia y los ayuda a superar dificultades. Es decir, tienen conciencia de su propia capacidad. Por el contrario, los alumnos que tienen una baja confianza en sus habilidades para aprender juzgan que no sólo no superarán dificultades en la escuela, sino que tampoco lo harán en la vida adulta. De manera que, la relación entre la conciencia de la propia capacidad de los alumnos y el rendimiento es recíproca. En alumnos con habilidades académicas desarrolladas se verifican mayores niveles de confianza.

El concepto académico que los alumnos tienen de sí mismos es un resultado importante de la educación y está fuertemente correlacionado con el éxito en la escuela. Creer en las propias habilidades es altamente relevante para un aprendizaje significativo (Marsh, 1986). Puede influir también sobre otros factores como el bienestar y el desarrollo de la personalidad, factores que resultan especialmente importantes para los alumnos con antecedentes desfavorables. El auto concepto en ciencias se define a través de preguntar a los alumnos sobre su nivel de confianza para resolver tareas específicas de ciencias. En promedio, el 65 por ciento de los alumnos evaluados considera que puede dar buenas respuestas en evaluaciones de ciencias. Sin embargo, hay un grupo importante de alumnos (alrededor del 45 por ciento) que afirma no tener confianza en su aprendizaje de ciencias, que no pueden aprender temas de ciencias rápidamente en la escuela o comprender muy bien conceptos o nuevas ideas de ciencia.

Investigaciones realizadas sobre los procesos de aprendizaje (Zimmerman, 1999) han mostrado que los alumnos necesitan creer en sus propias capacidades antes de realizar esfuerzos en distintas estrategias de aprendizaje y los resultados de PISA 2000 y PISA 2003 apoyan este hallazgo. Los datos sugieren que la creencia en la propia capacidad resulta un predictor particularmente fuerte sobre si un alumno regulará o no su aprendizaje.

Existe mucha más variación observada dentro de los países, de las escuelas y de las aulas que entre países. Estos datos muestran la importancia del ambiente cercano para reforzar la necesaria confianza de los alumnos para llevar adelante un aprendizaje efectivo.

Al parecer, los juicios que realizan los alumnos sobre sus propias capacidades son construidos en parte con relación a pautas subjetivas que se construyen en los propios contextos de aula.

## LA PROPIA IMAGEN EN CIENCIA

Porcentaje de alumnos que están de acuerdo o muy de acuerdo con las siguientes afirmaciones.

- A. Puedo usualmente dar buenas respuestas a las preguntas en evaluaciones de ciencias.
- B. Cuando pienso en la ciencia de la escuela, puedo comprender los conceptos muy bien.
- C. Aprendo temas de ciencia en la escuela rápidamente.
- D. Puedo fácilmente comprender nuevas ideas en ciencia en la escuela.
- E. Aprender temas avanzados en ciencia en la escuela es fácil para mí.
- F. Los temas de ciencia en la escuela son muy fáciles para mí.

Países	A	B	C	D	E	F
Argentina	72	67	66	62	66	57
Brasil	81	69	64	62	69	62
Chile	60	65	61	65	61	50
Colombia	83	85	84	85	86	78
México	78	75	75	74	83	73
Uruguay	77	71	69	65	70	64

Resulta curioso nuevamente confrontar estos resultados por ejemplo para las afirmaciones E y F que en Corea dan un 15 y 20 por ciento respectivamente; y en Japón un 11 y un 13 por ciento respectivamente con los países de Latinoamérica que en promedio se ubican por sobre el 70 por ciento. Países con alto rendimiento pero que sin embargo sus alumnos tienen una imagen debilitada sobre su propio rendimiento en ciencias y al revés, países con bajo rendimiento pero que muestran alumnos con la autoestima muy alta.

## El interés de los alumnos en ciencias

La motivación y el compromiso son a menudo considerados como dos fuerzas que guían el aprendizaje. También pueden afectar la calidad de vida de los alumnos durante la adolescencia y pueden influir en el futuro educativo y profesional. Para la vida futura de los alumnos los sistemas educativos, necesitan que los alumnos se interesen y motiven más allá de la escuela.

La investigación educativa ha mostrado que un interés temprano por la ciencia resulta un predictor fuerte sobre el aprendizaje de la ciencia y/o en la posterior elección de una carrera científica (OCDE, 2006).

En el estudio 2006 se ha encontrado que los alumnos que pertenecen a los niveles socioeconómicos altos manifiestan un mayor interés general por la ciencia. También se han encontrado similares niveles de interés general en

alumnos con antecedentes inmigratorios en sus familias.

### INTERÉS GENERAL POR LOS CONTENIDOS CIENTÍFICOS

Porcentaje de estudiantes que informan alto o medio interés.

- A. Biología humana.
- B. Temas de astronomía.
- C. Temas de química.
- D. Temas de física.
- E. Biología vegetal.
- F. Métodos que usan los científicos para diseñar experimentos.
- G. Temas de geología.
- H. Qué se necesita para una explicación científica.

Países	A	B	C	D	E	F	G	H
Argentina	73	53	53	55	61	56	46	48
Brasil	78	55	61	58	70	71	48	63
Chile	76	62	65	62	63	53	52	47
Colombia	92	79	83	80	86	79	73	75
México	84	72	74	75	76	74	65	66
Uruguay	77	57	64	59	56	54	46	49

En general, nuevamente se verifica que los países como mejores desempeños muestran que los alumnos no tienen grandes intereses por los temas de ciencias, especialmente aquellos relacionados con la metodología de la investigación científica y con temas de geología. Los países de la OCDE tienen un promedio alrededor del 40 por ciento, en tanto los países de Latinoamérica están alrededor del 70 por ciento.

### DISFRUTAR DE LA CIENCIA

El deleite por la ciencia está emocionalmente vinculado con el aprendizaje y con la percepción de que el aprendizaje de la ciencia es una actividad significativa (Glaser-Sikuda y otros, 2003). Asimismo, los alumnos que disfrutan de las clases están mucho más preparados para regular su aprendizaje y resolver problemas creativamente (Pekrun y otros, 2002). Un hallazgo consistente en el estudio PISA es que, en general los alumnos declaran disfrutar de la ciencia.

Porcentaje de estudiantes que están de acuerdo o fuertemente de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- A. Disfruto la adquisición de nuevo conocimiento en ciencia.
- B. Generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencia.
- C. Estoy interesado en aprender sobre ciencia.
- D. Me gusta leer sobre ciencia.
- E. Me pone contento hacer problemas de ciencia.

Países	A	B	C	D	E
Argentina	72	52	79	58	35
Brasil	86	72	86	67	47
Chile	75	77	74	56	46
Colombia	90	89	94	85	71
México	92	94	85	82	60
Uruguay	74	61	76	61	37

En promedio, una mayoría de los alumnos informa que disfruta de aprender nuevos conocimientos en ciencia. Nuevamente en este caso, los alumnos que pertenecen a los niveles socioeconómicos altos declaran que disfrutaron el aprendizaje de la ciencia mucho más que los alumnos con desventajas socioeconómicas.

#### APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS Y FUTURO

Con relación a la creencia de los alumnos sobre la utilidad del aprendizaje de las ciencias en su vida adulta, encontramos los siguientes datos:

#### MOTIVACIÓN PARA APRENDER CIENCIA ORIENTADA A SU UTILIDAD POSTERIOR

Porcentaje de estudiantes que están de acuerdo o fuertemente de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- A. Estudio ciencia en la escuela porque sé que es útil para mí.
- B. Hacer un esfuerzo en temas de ciencia en la escuela es valioso porque me ayudará en el trabajo que tendré más adelante.
- C. Estudiar temas de ciencia en la escuela vale la pena porque lo que aprendo mejora las posibilidades en mi carrera.
- D. Aprender muchas cosas en temas de ciencia en la escuela me ayudará a conseguir un trabajo.
- E. Lo que aprendo de temas de ciencia en mi escuela es importante para mí porque lo necesito para saber qué estudiar más adelante.

	A	B	C	D	E
Argentina	80	82	79	78	75
Brasil	87	79	82	78	75
Chile	80	82	78	75	72
Colombia	90	87	84	79	81
México	86	86	85	79	82
Uruguay	75	75	65	65	63

Destacamos en este caso el punto D (aprender ciencias me ayudará a conseguir un trabajo), en el que el promedio de los países de la OCDE es del 56 por ciento y de Japón del 39 por ciento. Mientras que en los países de Latinoamérica fluctúa entre el 65 por ciento en Uruguay y cerca del 80 por ciento en Colombia y México.

En el punto E nuevamente se verifica la misma tendencia. Países con mejores resultados muestran menores porcentajes de alumnos que el conocimiento científico es útil para definir estudios posteriores. Japón por ejemplo, muestra que el 42 por ciento de sus alumnos acuerdan con la afirmación.

## Los alumnos y el medio ambiente

También el estudio PISA 2006 relevó las opiniones de los alumnos sobre cuestiones muy actuales de la problemática ambiental.

### CONCIENCIA DE LOS ALUMNOS HACIA TEMAS AMBIENTALES

Porcentaje de estudiantes que están familiarizados o saben algo sobre los siguientes temas ambientales:

- A. Las consecuencias de la deforestación para destinar los suelos a otros usos.
- B. Lluvia ácida.
- C. El aumento de gases invernadero en la atmósfera.
- D. Residuos nucleares.
- E. Uso de Organismos Genéticamente Modificados (OGM).

Países	A	B	C	D	E
Brasil	66	40	51	37	33
Chile	64	56	37	35	30
Uruguay	68	57	41	36	19
Colombia	62	49	41	33	21
México	73	46	29	35	19
Argentina	66	42	28	31	15

En términos generales se verifica una fuerte asociación entre el nivel de conciencia ambiental de los alumnos y el rendimiento en ciencias en los países participantes.

Al pedirse a los alumnos su opinión sobre el futuro cercano y la solución de problemas ambientales. El panorama general es muy escéptico.

## OPTIMISMO DE LOS ALUMNOS HACIA TEMAS AMBIENTALES

Porcentaje de alumnos que creen que los siguientes problemas ambientales se solucionarán en los próximos 20 años.

- A. Escasez de energía.
- B. Escasez de agua.
- C. Contaminación atmosférica.
- D. Residuos nucleares.
- E. Extinción de plantas y animales.
- F. Deforestación para destinar los suelos a otros usos.

Países	A	B	C	D	E	F
Argentina	28	24	22	16	22	18
Brasil	23	20	21	18	22	18
Chile	33	31	22	14	22	19
Colombia	38	30	28	19	28	23
México	12	16	17	10	20	17
Uruguay	18	21	21	12	20	17

En promedio, y a nivel mundial, solamente entre el 13 y el 21 por ciento de los alumnos evaluados se mantienen optimistas sobre la problemática ambiental.

Finalmente, cuando se les pide a los alumnos su opinión sobre políticas ambientales, la mayoría considera la alternativa de leyes firmes y desarrollos de alternativas no contaminantes y renovables.

## RESPONSABILIDAD POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Porcentaje de alumnos que están de acuerdo o muy de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- A. Se debería exigir a las industrias que prueben que son seguros sus métodos de tratamiento de residuos peligrosos.
- B. Estoy a favor de leyes que protejan los ambientes y a las especies amenazadas.
- C. Es importante realizar controles regulares de las emisiones de los autos como condición para poder utilizarlos.
- D. Para reducir los residuos, se debería mantener en niveles mínimos el uso de envases plásticos.
- E. La electricidad debería producirse a partir de fuentes renovables tanto como sea posible, incluso si ello aumenta el costo.
- F. Me preocupa cuando se desperdicia energía por la utilización innecesaria de artefactos eléctricos.
- G. Estoy a favor de leyes que regulen las emisiones de las fábricas incluso si ello aumenta el precio de los productos.

Países	A	B	C	D	E	F	G
Argentina	93	95	93	78	71	83	67
Brasil	93	95	90	82	77	89	70
Chile	94	96	96	83	85	84	82
Colombia	93	96	95	84	72	85	66
México	94	96	92	91	80	89	83
Uruguay	93	95	91	84	81	77	76

Como dato relevante mencionamos en el punto g, que la mayoría de los alumnos adhiere a procesos de producción limpios a pesar de que el costo del producto aumenta.

Como síntesis, podemos señalar las principales características declaradas sobre las actitudes:

- Los alumnos informan que tienen una fuerte creencia en el potencial de la ciencia y la tecnología y en la capacidad de introducir mejoras sociales.
- Mientras los estudiantes valoran positivamente la actividad científica, solamente el 43 por ciento en promedio, declara que disfruta haciendo problemas de ciencia.
- Una minoría de alumnos declara interés en estudiar ciencias como opción de trabajo en el futuro.
- Las actividades relacionadas con la ciencia fuera de la escuela atraen a una pequeña minoría de alumnos.
- Los alumnos informan que poseen mucha conciencia sobre temas ambientales y un fuerte deseo de tratarlos, pero en general se muestran pesimistas sobre las alternativas de solución.

## INFLUENCIA DE LOS FACTORES ASOCIADOS EN EL RENDIMIENTO DE CIENCIAS

El estudio PISA también recoge importante información de contexto de los propios alumnos y de los directores de las escuelas. Esta información contextual, puesta en relación con los resultados de las pruebas de rendimiento, ofrece una rica comparación de los rasgos que caracterizan a los sistemas educativos de los países participantes.

Además, PISA ofrece información y resultados según el sexo, la historia académica de los alumnos y sus circunstancias personales, así algunas características salientes de las escuelas a las que concurren y la gestión de las mismas.

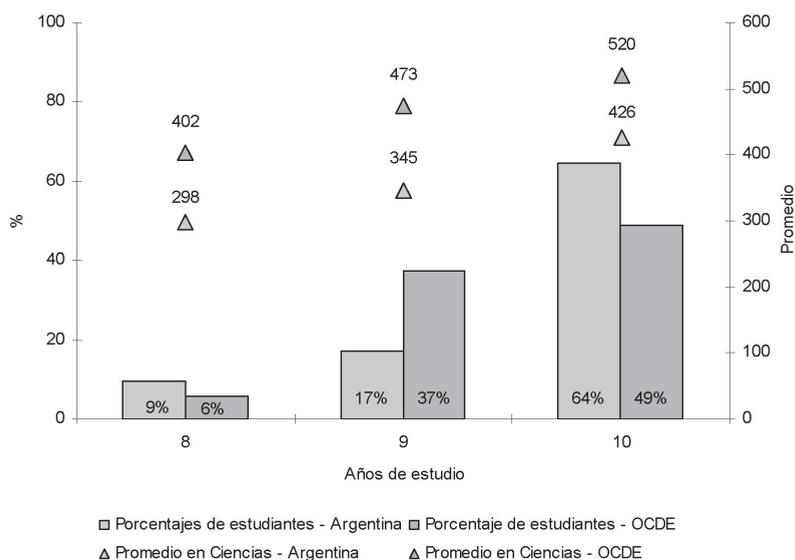
Este capítulo vincula algunas variables seleccionadas de los cuestionarios de contexto con los desempeños en Ciencias.

### FACTORES PERSONALES

#### Año de estudio

Uno de los datos recabados en la evaluación fue el año de estudios del alumno:

Gráfico 1: Año de Estudios



Fuente: DINIECE sobre la base OCDE 2007

Nota: quienes respondieron otros años de estudios, o no indicaron uno, representan el 10% de los alumnos para el caso argentino y del 8% para el de la OCDE.

El estudio se PISA se aplica a estudiantes de 15 años de los distintos países participantes de la evaluación. Sin embargo, más allá de que todos los estudiantes tengan la misma edad, la pertenencia a un cierto año de estudios es un factor que influye en los resultados obtenidos tal como puede apreciarse en el *Gráfico 1*.

En este sentido, se observa que tanto para el caso argentino como para los países de la OCDE, aumenta el resultado promedio de los exámenes en ciencias a medida que crece el año en que cursan los alumnos (si bien para el caso argentino, muy probablemente, las características de la muestra varía ya que muchos alumnos que cursan el último año de la EGB3 no continúan sus estudios en el nivel polimodal).

**FACTORES DEL ENTORNO FAMILIAR**

En este punto se presentan datos sobre el entorno familiar de los estudiantes. Se asume que las características del ambiente familiar pueden facilitar o dificultar el desempeño educativo.

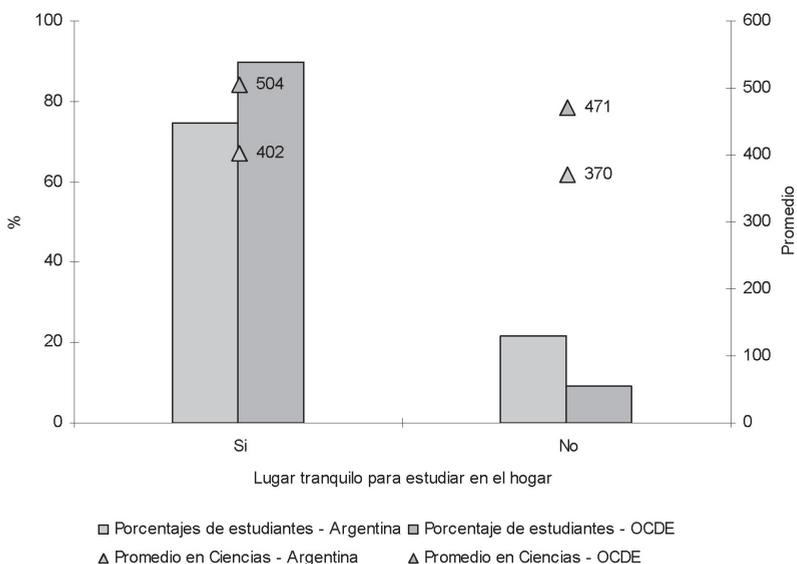
A los efectos de presentar información sobre el contexto socio-económico y cultural de los estudiantes, y en particular de variables que pueden incidir con más fuerza en el proceso de aprendizaje, se exponen a continuación los siguientes aspectos:

- Los bienes en el hogar que facilitan el estudio.
- La cantidad de libros en el hogar.

**Bienes en el hogar que facilitan el estudio**

También se preguntó a los alumnos sobre la presencia en el hogar de un lugar tranquilo para estudiar, la existencia de computadoras y la conectividad a Internet, obteniéndose las siguientes respuestas:

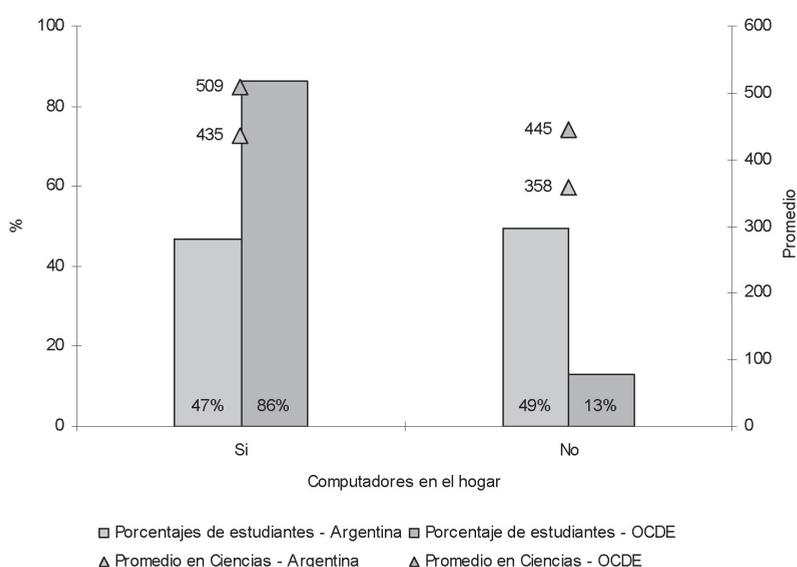
**Gráfico 7: Lugar tranquilo para estudiar en el hogar.**



*Fuente: DINIECE sobre la base de OCDE 2007.*

La existencia de un lugar tranquilo para estudiar está estrechamente vinculada a la comodidad para estudiar. Al relacionar este factor con el rendimiento se verificó un mayor resultado en las evaluaciones de ciencias para los casos en que los alumnos cuentan con un espacio de estudio. Tanto para la Argentina como en los países de la OCDE se comprueba una tendencia compartida más allá de que los resultados de la OCDE sean más elevados.

Gráfico 8: Tenencia de computadora en el hogar



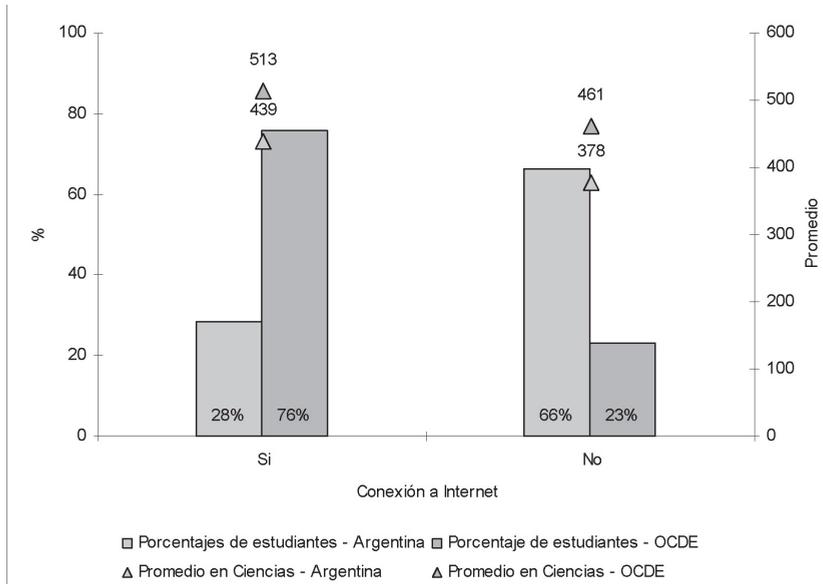
Fuente: DINIECE sobre la base de OCDE 2007.

Nota: el 4% de los alumnos de Argentina y el 1% de los de la OCDE no respondieron a esta pregunta.

Del mismo modo, la existencia de computadoras en el hogar está asociada a mayores puntajes en las evaluaciones de ciencias tanto en la OCDE como en la Argentina. Sin embargo para los alumnos de la OCDE las diferencias de rendimiento entre los que tienen y no tienen computadora son mucho menores (509 frente a 445 puntos) que en nuestro país (435 frente a 358 puntos).

Asimismo, se observa que mientras en la OCDE la gran mayoría de los alumnos tienen una computadora en el hogar (el 86%), en la Argentina disponen de ella en sus casas, algo menos de la mitad de los alumnos (el 47%).

Gráfico 9: Conexión a Internet



Fuente: *DINIECE sobre la base de OCDE 2007*

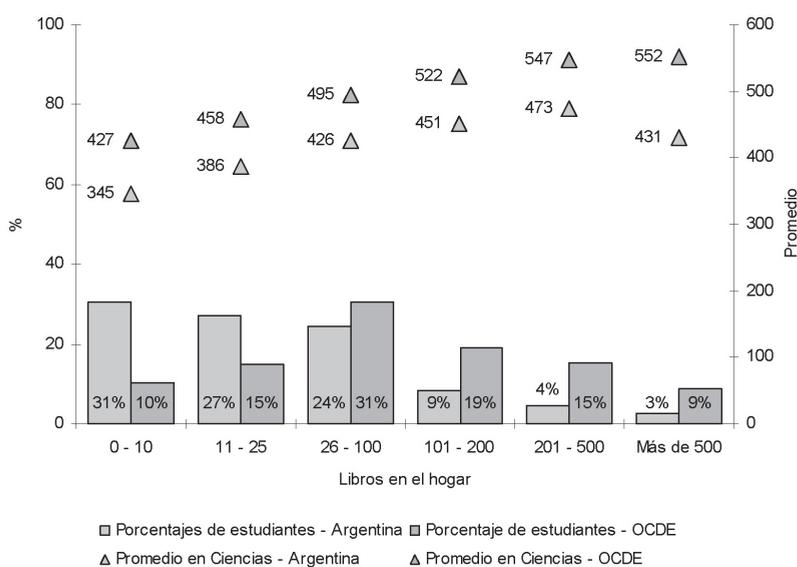
Nota: el 6% de los alumnos de Argentina y el 1% de los de la OCDE no respondieron a esta pregunta.

Las cifras sobre conexión a Internet presentan nuevamente resultados muy dispares entre los estudiantes argentinos y los de la OCDE. Sólo el 28% de alumnos argentinos disponen de esta herramienta en su casa, mientras esta cifra se eleva al 76% entre los estudiantes de la OCDE. Por su parte, los resultados demuestran que la tenencia de computadoras en el hogar con conexión a Internet se correlaciona positivamente con los resultados de las evaluaciones.

## Libros en el hogar

También se preguntó a los alumnos sobre la cantidad de libros existentes en su casa.

Gráfico 10: Libros en el hogar



Fuente: DINIECE sobre la base de OCDE 2007

Nota: el 2% de los alumnos de Argentina y el 1% de los de la OCDE no respondieron a esta pregunta.

En el Gráfico 10 se distribuyen los alumnos de Argentina y de la OCDE participantes de las evaluaciones en función de la cantidad de libros que poseen en el hogar. En casi todos los casos las cifras muestran que el paso hacia un rango de mayor número de libros conlleva un mayor puntaje promedio de los estudiantes. Una excepción a esta tendencia es la que se observa para el 3% de alumnos de Argentina que declaró tener más de 500 libros.

Existe una clara asociación entre la disponibilidad de libros y el rendimiento. Es decir, la presencia de textos en el hogar implica además de disponibilidad de medios que pueden facilitar el aprendizaje, un mayor desarrollo de ciertas prácticas culturales, como la lectura, que favorecen el estudio y la adquisición de conocimientos.

## FACTORES DEL ENTORNO ESCOLAR

Más allá de los factores personales y del entorno familiar, existen factores escolares que pueden afectar el aprendizaje de los estudiantes.

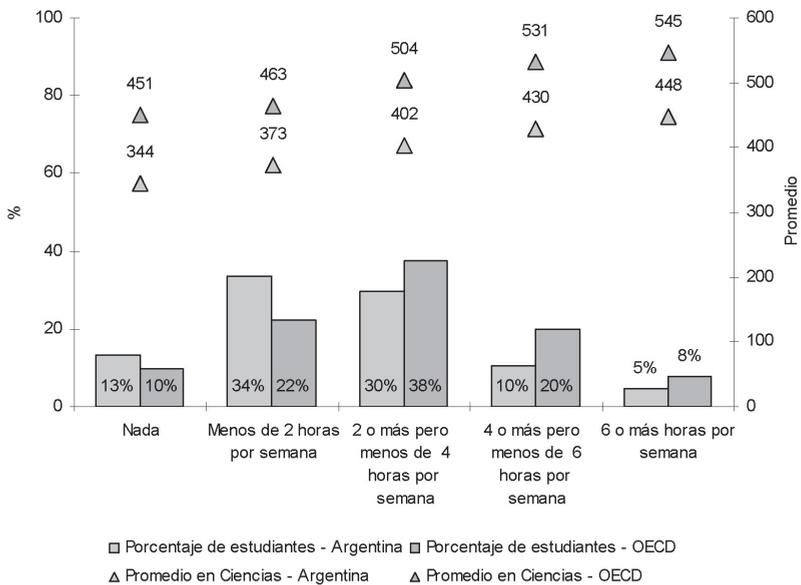
A los efectos de captar estos factores escolares que pueden incidir positiva o negativamente en el logro académico de los alumnos, se han escogido los siguientes aspectos relevados en el informe PISA:

- La cantidad de clases de ciencias semanales.
- La existencia de computadoras y acceso a Internet en la escuela.
- La participación de la escuela en actividades extraescolares de ciencias.

**Cantidad de clases de ciencias**

Se preguntó a los alumnos sobre la cantidad de horas semanales de clases de ciencias en las escuelas, obteniéndose las siguientes respuestas:

**Gráfico 11: Clases regulares de ciencias que dan en mi escuela**



*Fuente: DINIECE sobre la base DE OCDE 2007.*

Nota: el 8% de los alumnos de Argentina y el 2% de los de la OCDE no respondieron a esta pregunta.

La cantidad de horas semanales de clase que tienen los estudiantes es un factor que posee una relación positiva con el desempeño en las evaluaciones en ciencias tanto para el caso argentino como para el de la OCDE. Considerando los cinco rangos de respuestas que admitía la pregunta, puede notarse que en todos los casos existe una tendencia clara: cuando crecen las horas semanales de cursada, aumentan los resultados en las evaluaciones.

Estas cifras indicarían una contribución positiva de la escuela en el aprendizaje de los alumnos, quienes en promedio adquirirían un mayor bagaje de conocimientos como consecuencia de tener un mayor número de horas de clase.

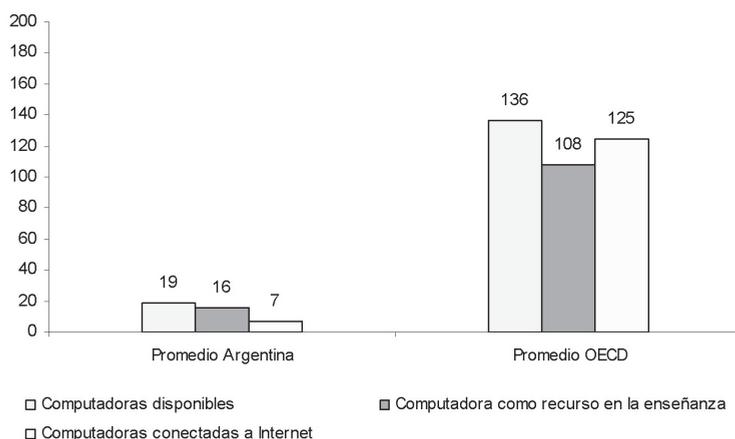
Asimismo se observa que los alumnos argentinos tienen menos horas de clases de ciencias que sus pares de la OCDE. De hecho, quienes tienen menos de dos horas de clases semanales de ciencias (incluyendo a aquellos que no tienen ninguna) son el 47% para el caso argentino y el 32% para el de la OCDE.

De todos modos, es preciso tener en cuenta que estamos en presencia de un fenómeno complejo por lo que, más horas de clase no necesariamente representan mejores aprendizajes. Así, se muestra en el gráfico que los alumnos de la OCDE con menos horas de clases semanales obtienen mayores puntajes que los estudiantes argentinos con muchas más horas.

### Existencia de computadoras y conexión a Internet

En el cuestionario a la institución, se le preguntó a los directores sobre la cantidad de computadoras existentes, su disponibilidad para la enseñanza y la conexión a Internet, consiguiéndose las siguientes respuestas:

Gráfico 12: Número de computadoras totales y para la enseñanza por establecimiento, y computadoras conectadas a Internet



Fuente: DINIECE sobre la base de OCDE 2007

La desigualdad en el equipamiento informático es aún más comprometida considerando las cifras mostradas en los Gráficos 8 y 9, puesto que los establecimientos educativos en lugar de compensar las diferencias de computadoras y acceso a Internet que los alumnos tienen en los hogares, refuerzan esas disparidades. Los países cuyos estudiantes tienen un mejor equipamiento en sus casas, además cuentan con más computadoras (y con mejor conexión) en sus escuelas, lo cual acrecienta las desigualdades existentes para la elaboración de conocimiento y ayuda a comprender algunas de las diferencias encontradas en las evaluaciones.

Estas notables diferencias, en un contexto global de aumento de las tecnologías de la información y la comunicación para producir y transmitir conocimiento, constituyen un llamado de atención sobre un aspecto que influye en los resultados de las evaluaciones. Podemos señalar además, que de los cincuenta y siete países participantes del estudio, el caso argentino es el segundo luego de Brasil en el que se muestra una mayor influencia de la

existencia de computadoras sobre los resultados en ciencias.

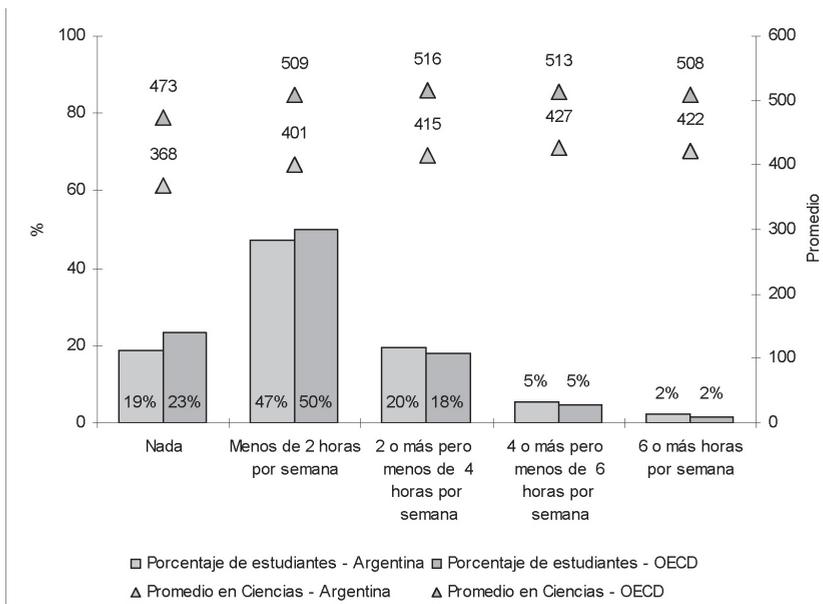
**TIEMPO DE ESTUDIO**

Tal como ha sido mostrado, los factores personales, familiares y escolares tienen una importancia notoria en el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo no son los únicos factores a tener en cuenta. El tiempo en el hogar dedicado a aprender también resulta un aspecto que incide en los resultados de las evaluaciones.

**Tiempo de estudio en casa**

Un aspecto adicional sobre el que se indagó a los alumnos fue sobre si hacían la tarea y estudiaban ciencias en su casa. Las respuestas se presentan a continuación:

**Gráfico 16: Tiempo de estudio en casa**



*Fuente: DINIECE sobre la base de OCDE 2007*

Nota: el 7% de los alumnos de Argentina y el 2% de los de la OCDE no respondieron a esta pregunta.

Más del 85% de los alumnos de la Argentina y de la OCDE manifestaron estudiar menos de cuatro horas semanales. Sin embargo y aún dentro de estos grupos mayoritarios de alumnos, se observa que a medida que crece el número de horas de estudio, aumentan los resultados de las evaluaciones.

En cuanto a la distribución de los alumnos por rangos de horas de estudios, no se aprecian grandes diferencias entre los casos de Argentina y la OCDE. Además en ambos casos, se percibe que el 2% de alumnos que estudian seis o más horas semanales no obtienen, en promedio, los mayores resul-

tados, posiblemente como consecuencia de que en dichos grupos podría existir un componente de mayor dificultad de comprensión que lleva a la necesidad de estudiar más horas.

El análisis combinado de los Gráficos 11 “Clases regulares de ciencias que dan en mi escuela” y 16 “Tiempo de estudio en casa” permite inferir que cuanto más tiempo esté expuesto el alumno para participar del aprendizaje de las ciencias, ya sea en la escuela o en la casa, obtiene un mayores logros académicos.

## CONCLUSIONES

El análisis de la información de los cuestionarios del programa PISA para el alumno y para el establecimiento educativo combinado con los resultados obtenidos por los estudiantes de Argentina y la OCDE, ha permitido confirmar el carácter multi-causal de los logros académicos en ciencias, puesto que existen múltiples variables que los afectan.

En este sentido, se han observado fuertes vínculos entre los resultados en la evaluación de los estudiantes, tanto argentinos como de la OCDE, con factores personales, familiares, escolares y actitudinales.

Sin pretender establecer conclusiones definitivas pueden señalarse las siguientes aproximaciones para comprender los resultados expuestos:

- La presencia de bienes en el hogar (un lugar tranquilo para estudiar, una computadora, acceso a Internet y libros) son factores que se relacionan positivamente con los resultados de las pruebas en ciencias. Es decir, las condiciones del entorno familiar tienen una influencia importante en el rendimiento del alumno en la Argentina y en los países de la OCDE.
- También se observa que la escuela influye obviamente en la adquisición de conocimientos. En este sentido, la cantidad de horas de clases de ciencias, el equipamiento escolar -informático y de laboratorio- y la formación de los docentes, son todos aspectos que contribuyen a un mayor logro académico de los alumnos.
- El tiempo de estudio del alumno en su casa es otro factor que muestra una relación con los resultados de las pruebas del Programa PISA.
- Finalmente, queda evidenciado que todos los factores asociados analizados influyen en el rendimiento estudiantil, Esta aseveración, coherente con otros estudios en la materia, da cuenta por un lado, de la complejidad de los factores asociados al rendimiento y por otro, de la necesidad de actuar simultáneamente sobre una amplia gama de los mismos para mejorar el rendimiento escolar en ciencias de los alumnos argentinos.





## CONSIDERACIONES FINALES

¿Por qué es necesario que la competencia científica se desarrolle en todos integrantes de una sociedad? Durante la mayor parte del siglo XX, los currículos, especialmente en las últimas fases de la educación secundaria, tendían a centrarse en establecer las bases para la formación profesional de un pequeño número de científicos e ingenieros. En su mayor parte, presentaban a las ciencias naturales centrándose en el conocimiento de las disciplinas científicas, y prestando poca o ninguna atención al conocimiento sobre las ciencias y sus aplicaciones relacionadas con la vida cotidiana. Sin embargo, la influencia de los avances científicos y tecnológicos sobre las sociedades actuales, el lugar central que ocupa la tecnología de la información en el trabajo, y la presencia creciente en los medios de comunicación y en el debate público requieren que todos los ciudadanos, y no solo los futuros científicos e ingenieros, tengan competencias en ciencias. Así, comprender procesos de contaminación, interpretar gráficos con datos confusos o tomar posición sobre desarrollos que involucran aspectos éticos no son cuestiones relegadas a especialistas, involucran a toda la sociedad.

De manera que la proporción de alumnos con un nivel de aptitud muy bajo (para el caso argentino más del 50 por ciento de los alumnos no alcanza el nivel 2 considerado básico por PISA) es, por lo tanto, también un indicador importante en lo que se refiere a la capacidad de los ciudadanos para participar de lleno en la sociedad y en el mercado laboral.

Si bien no hay duda de que en la práctica, ambos aspectos del conocimiento científico son importantes. En algunos países, como la Argentina, los alumnos muestran mayor conocimiento sobre las ciencias que conocimiento de las ciencias. Esta evidencia indica que muy probablemente en las aulas argentinas hayan comenzado a implementarse propuestas didácticas más centradas en aspectos metodológicos de la ciencia, como la identificación de problemas, la formulación de hipótesis, la identificación de variables y valores, etc. Se trata de desarrollos centrados en el aprendizaje del razonamiento y el análisis científico, y de manera complementaria en el dominio de la información científica.

Por otra parte, PISA permite identificar diferencias importantes en las áreas de contenido en las que los alumnos tienen un mayor conocimiento de las ciencias. Para el caso argentino, el área "Sistemas vivos" es la que obtiene los mejores resultados, en tanto que "Sistemas Físicos" muestra los rendimientos más bajos. Dado que muchas situaciones de la vida diaria tienen que ver con "Sistemas físicos" y "Sistemas terrestres", parece razonable revisar los currículos para verificar que los alumnos tengan posibilidades adecuadas de aprender conceptos y procesos relacionados con la estructura, la energía y los cambios de los "Sistemas físicos y terrestres"

Un objetivo importante para futuros trabajos consiste en relacionar los patrones de resultados observados con las estrategias educativas que se pueden utilizar para ayudar a los alumnos a mejorar sus competencias en ciencias. Algunas capacidades pueden ser desarrolladas en los laboratorios escolares o realizando demostraciones en el aula. Así por ejemplo, utilizar pruebas científicas para elaborar una explicación. Otras capacidades, tales como identificar cuestiones científicas pueden requerir un análisis de experimentos científicos históricos o descripciones de investigaciones contemporáneas.

Es necesario subrayar que al analizar los resultados nacionales, siempre hay que tener en cuenta que la variación en los resultados de los alumnos dentro de cada país es muchas veces mayor que la variación entre países. Para el caso argentino, observamos una dispersión de resultados muy alta como señalamos para las competencias evaluadas en ciencias, si bien esta evidencia debe ser matizada con la gran cantidad de alumnos que se encuentran por debajo del nivel básico de competencia científica que establece PISA.

Si se consideran por su parte, las variaciones de rendimiento en ciencias de los países en relación con las inversiones en educación, los análisis revelan una asociación positiva entre los dos elementos. Pero también sugieren que, aunque es un prerrequisito para brindar una educación de calidad, la inversión en sí misma no es suficiente para conseguir altos niveles de resultados. Otros factores, como la eficiencia con la que se invierten los recursos, desempeñan un papel crucial.

Por último, las comparaciones internacionales muestran que la educación desempeña un papel fundamental a la hora de fomentar la productividad laboral y, por extensión, el crecimiento económico, no solo como un aporte que se relaciona con la producción, sino también como un factor estrechamente asociado a la tasa de progreso tecnológico.

Por lo tanto, la educación básica se combina con otras influencias de manera que el acceso a formación relacionada con el trabajo más allá de la etapa escolar es menos probable para aquellos que más la necesitan. Esto subraya por qué es fundamental crear una base sólida de conocimientos y habilidades en la etapa escolar para el éxito futuro de los individuos y las sociedades.

Además de evaluar cómo los alumnos adquieren conocimientos científicos y tecnológicos y pueden aplicarlos en beneficio personal, social y global, PISA ha dedicado una considerable atención a obtener datos sobre las actitudes y el compromiso de los alumnos con respecto a las ciencias, tanto dentro de la evaluación PISA 2006 como a través de cuestionarios complementarios. En PISA, las actitudes se consideran un componente clave de la competencia científica de un individuo e incluyen los valores, las motivaciones y la percepción de la propia eficacia.

En la interpretación de los resultados, debe observarse que en términos generales los alumnos mostraron actitudes muy positivas hacia las ciencias, un hallazgo sobre el que se pueden basar la enseñanza y el aprendizaje en las escuelas.

La gran mayoría de los alumnos de 15 años dijo reconocer el importante papel que las ciencias desempeñan en el mundo y que las ciencias, por lo tanto, son relevantes en la interpretación de lo que ocurre a su alrededor. También una clara mayoría de los alumnos expresó un amplio interés por las ciencias, la mayoría las considera relevantes hasta cierto punto para sus propias vidas y la mayoría piensa que pueden en general llegar a dominar los problemas de ciencias que les plantean en la escuela.

Por otro lado, en ciertos aspectos más específicos, las actitudes hacia las ciencias son más débiles. Solo alrededor de la mitad de los alumnos tiene

confianza en su capacidad de interpretar determinado tipo de pruebas científicas y una minoría considera las ciencias como algo que formará parte de su propia vida en el futuro.

Aunque a la mayoría de los alumnos les preocupan los problemas científicos tales como la protección del medio ambiente y están a favor de tomar medidas para resolver tales problemas, son pesimistas sobre las posibilidades de mejora en estas áreas, y cuantos más conocimientos científicos han adquirido los alumnos, más pesimistas dicen ser. Son considerablemente menos los alumnos que creen que las ciencias pueden resolver los problemas sociales que los que piensan que las ciencias pueden aportar mejoras tecnológicas.

Los resultados resumidos anteriormente sugieren que, aunque en un nivel bastante general los alumnos refirieron actitudes positivas hacia la ciencia, se puede hacer mucho más para vincular este interés declarado con una mejora en el rendimiento.

En cuanto a dónde existen las mayores debilidades en relación con las actitudes, los informes de los propios alumnos sugieren que:

- Los alumnos tienden a referir una creencia más firme en el potencial tecnológico de las ciencias que en su capacidad para lograr mejoras sociales.
- Mientras que los alumnos son favorables al desarrollo científico en general, muchos menos dijeron que les gustaba resolver problemas científicos.
- Solo una minoría de alumnos refirieron interés por estudiar o trabajar en ciencias en el futuro.
- Los alumnos dijeron sentir una gran preocupación por los problemas medioambientales y un fuerte deseo de abordarlos, pero en general se mostraron pesimistas sobre las mejoras en este ámbito.

En síntesis, los resultados PISA muestran que un buen rendimiento educativo en áreas temáticas clave sigue siendo un objetivo a alcanzar para muchos países. Al mismo tiempo, los resultados también muestran que algunos países consiguen combinar un buen rendimiento general con una baja distancia entre sus estudiantes de mejor y peor puntaje.



## BIBLIOGRAFÍA

BEMPECHAT, J., JIMÉNEZ, N. V. Y BOULAY, B. A. (2002), "Cultural-cognitive issues in academic achievement: new directions for cross-national research" en Porter, A. C. y Gamoran, A. (eds.) *Methodological Advances in Cross-national Surveys of Educational Achievement*, National Academic Press, Washington, D. C.

BYBEE, R. (1997) *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth NH: Heinemann.

GIL, D. y VILCHES, A. (2006) ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, Num. extra 2006, pp. 295-311 (URL: [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006\\_16.htm](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006_16.htm))

HEINE, S. J., LEHMAN, D. R., MARKUS, H. R. y KITAYAMA, S. (1999), "Is There a Universal Need for Positive Self-regard?", *Psychological Review*, 106, 4, American Psychological Association, Washington, D. C., pp. 766-794.

MARSH, H. W. (1986), "Verbal and Math Self-concepts: An Internal/External Frame of Reference Model", *American Educational Research Journal*, 23, 1, American Educational Research Association, Washington, D. C., pp. 129-149.

MINNE, B., RENSMAN, M., VROOMEN, B. y WEBBINK, D. (2007), *Excellence for productivity?* CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, The Hague.

OCDE. (2004). *PISA 2006 Scientific Literacy Framework*. Paris: OCDE.

OCDE (2006), *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*, OCDE, Paris.

OCDE (2007), *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis*. OCDE, Paris. (URL: [http://www.ocde.org/document/2/0,3343,en\\_32252351\\_32236191\\_39718850\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.ocde.org/document/2/0,3343,en_32252351_32236191_39718850_1_1_1_1,00.html)).

OSBORNE, J., SIMON, S., y COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049–1079.

ZIMMERMAN, B. J. (1999). Commentary: toward a cyclically interactive view of self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31, pp. 545-551.







**Ministerio de  
Educación**  
Presidencia de la Nación



Dirección Nacional de  
Información y Evaluación  
de la Calidad Educativa